



André Filipe da Silva Monteiro

Licenciado em Ciências da Engenharia Mecânica

Estruturação e Organização das Atividades de Projeto numa Empresa de Serviços de Engenharia

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientadora: Professora Doutora Helena Víctorovna Guitiss Navas,
Professora Auxiliar, FCT-UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2016

André Filipe da Silva Monteiro

Licenciado em Ciências da Engenharia Mecânica

**Estruturação e Organização das Atividades de
Projeto numa Empresa de Serviços de Engenharia**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Setembro de 2016

Estruturação e Organização das Atividades de Projeto numa Empresa de Serviços de Engenharia

Copyright © André Filipe da Silva Monteiro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

O alcance deste objetivo e realização deste trabalho apenas foi possível graças ao contributo, empenho e apoio de várias pessoas às quais é imprescindível agradecer.

Em primeiro lugar, à Professora Doutora Helena Navas pela disponibilidade e inúmeros conhecimentos transmitidos, não apenas como orientadora deste trabalho mas também ao longo do percurso académico.

Ao meu Coorientador Mestre Luís Baptista, pela disponibilidade e orientação dadas durante o meu percurso, bem como os conhecimentos transmitidos e a oportunidade de inserção no mundo industrial que me fez crescer enquanto profissional.

Aos meus colegas Miguel César e Dumitru Daicu, pela aprendizagem, companheirismo, partilha de conhecimentos, bom ambiente de trabalho e também pelos momentos mais caricatos e peripécias que tornaram este estágio um momento marcante.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e a todos os docentes que tive no decorrer do curso, pela contribuição que tiveram na minha formação académica.

A todos os meus colegas e amigos, em especial ao Nuno Tomás, Guilherme Viegas, Rui Pereira, Rui Martins, Pedro Correia, Pedro Conceição, Tiago Marques, David Henriques, Carina Almeida, Rita Gonçalves, Pedro Barbosa e Inês Guerra, pelo bem-estar, companheirismo, força, ajuda e amizade não apenas no decorrer deste trabalho como durante todo o meu percurso académico.

À Salomé Moraes, por todo o seu apoio, força e amizade que, numa fase menos boa, foram essenciais na progressão do meu percurso académico, tal como o auxílio prestado numa fase final do projeto, ao transformar uma tarefa maçadora em agradável e espirituosa.

Por último, aos meus pais pela educação, princípios, carinho, paciência, por acreditarem nas minhas capacidades, por todo o apoio transmitido durante a minha vida que me fez ser o que sou hoje. E ao meu irmão, pelos conselhos, apoio, amizade e por ter estado sempre presente.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

Resumo

O início dos trabalhos de uma microempresa pode-se tornar complexo devido à falta de organização das suas atividades. A empresa MIME, empresa alvo de estudo desta dissertação, carece de um défice de estruturação e organização nas suas atividades, funcionando com base nos conhecimentos dos seus trabalhadores adquiridos empiricamente.

O objetivo deste trabalho trata-se de organizar a abordagem ao projeto, centrando-se no incremento da satisfação dos seus clientes, na evolução das características do projeto mais atraentes aos clientes, na escolha dos possíveis *layouts* das instalações, e finalmente, a organização dos métodos de orçamentação dos projetos.

A implementação do estudo de satisfação do modelo *Kano* auxilia a empresa projetista a descodificar de que forma os clientes se sentem em relação aos requisitos do projeto, reconhecendo desta forma como se comporta a satisfação dos clientes em função do desempenho do requisito. Complementando o estudo de satisfação *Kano* com a metodologia *QFD*, foi possível estudar quais os requisitos prioritários ao aperfeiçoamento do seu desempenho. Um projeto bem-sucedido e rentável requer uma disciplinada estimativa de custos, baseando-se num planeamento de recursos rigoroso, entre outros custos inerentes ao projeto. Numa fase posterior, deve ser criado um orçamento mestre, com um cronograma do projeto, dividindo os custos por dias, semanas ou tarefas.

O caso de estudo da presente dissertação trata-se de um projeto de construção de uma fábrica de produção alimentar para animais. A fase inicial de um projeto de construção como este, necessita de uma especial atenção à estruturação da produção, aos processos subjacentes à transformação da matéria-prima em produto final; e à organização do *layout* dos equipamentos na estrutura fabril.

Palavras-chave:

Modelo *Kano*, *QFD*, *Layout*, Projeto, Empresa de Engenharia

Abstract

The beginning of the labor of a small company can become complex due to the lack of organization of their activities. The company MIME, study target of this dissertation, has a lack of structure and organization in their activities, therefore, working on the basis of their employees knowledge acquired empirically.

The goal of this work is to organize the project approach focusing on increasing the customer satisfaction, by evolving the main characteristics which brings more satisfaction to the clients, the choice of possible layouts of the facilities, and finally, the organization of budgeting projects methods. The implementation of the satisfaction study in the *Kano* model, aids the designers onto decode how the customers feel about the projects requirements, thereby acknowledging the behavior of the customer satisfaction versus the performance of the project requirements. Complementing the study of the Kano model of satisfaction with the QFD methodology, it is possible to study which are the priority requirements to improve their performance. A successful and profitable project requires disciplined cost estimation, based on a rigorous planning of recourses and other costs related to the project. At a later phase, a master budget should be created, with a defined schedule of the project, sorting the costs by days, weeks or tasks.

The study case of this dissertation is a project of a construction of a food production factory for animals. The initial phase of a construction project like this, requires a special attention to the production structures, to the processes the product goes by till it reaches its final form and to the layout organization of the equipment at the factory structure.

Keywords: Kano Model, QFD, Layout, Project, Engineer Company

Índice

Agradecimentos	vii
Resumo	ix
Abstract.....	xi
Índice	xiii
Índice de Figuras	xv
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Símbolos e Abreviaturas	xix
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Estrutura da Dissertação.....	1
1.3 Introdução à Empresa MIME.....	3
2 Introdução à Gestão das Atividades para Processos Industriais	5
2.1 Técnicas de Estudo de Satisfação / Necessidade do Cliente	5
2.2 Estabelecimento de Requisitos / Parâmetros de Projeto	11
2.3 Escolha do <i>Layout</i> das Instalações	13
3 Propostas de Melhoria da Organização das Atividades de Projeto da Empresa.....	17
3.1 Análise da Situação Atual da Organização e Controlo das Atividades de Projeto....	17
3.2 Introdução do Estudo da Satisfação de Clientes	19
3.3 Casa da qualidade.....	24
3.3.1 Matriz de Incidências	25
3.3.2 Matriz das Interações.....	29
3.3.3 Ponderação	30
4 Caso de estudo	33
4.1 Caderno de encargos e definição dos requisitos do projeto	33
4.2 Estudo das Necessidades do Cliente	35
4.3 Projeto dos Equipamentos.....	36
4.3.1 Limpeza da Matéria-Prima	36

4.3.2	Pesagem.....	38
4.3.3	Fragmentação da Matéria-prima.....	40
4.3.4	Introdução da Medicação	41
4.3.5	Granulação.....	43
4.3.6	Arrefecimento.....	44
4.3.7	Exclusão de Produto.....	45
4.3.8	Descarregamento do Produto Final	45
4.4	Escolha do <i>Layout</i>	46
5	Conclusões e Trabalhos Futuros	53
	Referências.....	57
	Anexos	59

Índice de Figuras

Figura 1.1: Fluxograma representativo da estrutura da dissertação	2
Figura 2.1: Modelo <i>Kano</i>	6
Figura 2.2: Diagrama representativo dos coeficientes de satisfação e insatisfação dos requisitos	10
Figura 2.3: Quatro fases de desenvolvimento do produto	11
Figura 2.4: Representação da Casa da Qualidade	12
Figura 2.5: Esquema de <i>layout</i> de produto estático	13
Figura 2.6: Esquema de <i>layout</i> por linha de produção	14
Figura 2.7: Esquema de <i>layout</i> por célula	14
Figura 2.8: Esquema de layout orientado ao processo.....	15
Figura 4.1: Gráfico Satisfação do cliente vs Desempenho do requisito	21
Figura 4.2: Gráfico de satisfação dos requisitos	22
Figura 4.3: Casa da Qualidade MIME.....	25
Figura 4.4: Matriz das interações entre características.....	29
Figura 4.5: Ponderação em percentagem dos requisitos	30
Figura 4.1: Fluxograma de processos de produção.....	34
Figura 4.2: Esquema filtros de mangas.....	37
Figura 4.3: Esquema crivo horizontal e íman de cascata	38
Figura 4.4: Esquema de alimentação dos silos de armazenagem.....	39
Figura 4.5: Esquema de dosagem da matéria-prima	40
Figura 4.6: Esquema de fragmentação da matéria-prima.....	41
Figura 4.7 – Moinho horizontal de martelos.....	41
Figura 4.8: Esquema de dosagem do produto adicionado à matéria-prima.....	42
Figura 4.9: Esquema de funcionamento das misturadoras	42
Figura 4.10: Esquema de transporte do produto para os silos alimentadores das granuladoras	43

Figura 4.11: Granuladoras em paralelo	44
Figura 4.12: Esquema de posicionamento do processo de arrefecimento dos grãos	44
Figura 4.13: Esquema de exclusão dos grãos danificados	45
Figura 4.14: Esquema de alimentação dos silos de produto final	46
Figura 4.15: Esquema de descarregamento do produto final	46
Figura 4.16: Vista de frente	47
Figura 4.17: Vista de cima	47
Figura A.1: Vista dimétrica da organização dos órgãos de máquinas	60
Figura B.1: Secção A-A	61
Figura B.2: Secção B-B	61
Figura B.3: Secção C-C	61
Figura B.4: Secção D-D	62
Figura B.5: Secção E-E	62
Figura B.6: Secção F-F	62
Figura B.7: Secção G-G	63
Figura B.8: Secção H-H	64
Figura B.9: Secção I-I	65
Figura B.10: Secção J-J	66
Figura B.11: Secção K-K	67
Figura B.12: Secção L-L	68

Índice de Tabelas

Tabela 2.1: Matriz de classificação de requisitos	7
Tabela 2.2: Exemplo de lista de classificação dos requisitos	8
Tabela 2.3: Classificação final dos requisitos	8
Tabela 2.4: Classificação final dos requisitos com coeficientes de satisfação e insatisfação associados	9
Tabela 4.1: Percentagem da classificação dos requisitos	20
Tabela 4.2: Coeficientes de satisfação e insatisfação dos requisitos	22
Tabela 4.1: Classificação dos requisitos	35

Lista de Símbolos e Abreviaturas

Lista de símbolos

Símbolo	Designação
A	Requisito atrativo
A *	Arrefecedor (número correspondente)
A _%	Percentagem de classificações atrativas
B *	Balança (número correspondente)
C *	Crivo (número correspondente)
CI	Coeficiente de insatisfação
CS	Coeficiente de satisfação
E *	Elevador de Alcatruzes (número correspondente)
G *	Granuladora (número correspondente)
M *	Misturadora (número correspondente)
MH *	Moinho Horizontal (número correspondente)
N	Requisito neutro
N _%	Percentagem de classificações neutras
O	Requisito obrigatório
O _%	Percentagem de classificações obrigatórias
Q	Requisito questionável
R	Requisito reverso
R *	<i>Reddler</i> (número correspondente)
SF *	Sem-fim (número correspondente)
S _t	Superfície de trabalho
U	Requisito unidimensional
U _%	Percentagem de classificações unidimensionais
V *	Ventilador (número correspondente)

Acrónimo	Designação
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>

1 Introdução

1.1 Enquadramento

A presente dissertação tem como objeto de estudo as atividades de projeto de uma empresa de manutenção e projeto de máquinas industriais. O desenvolvimento deste estudo exigiu uma permanência de cerca de nove meses na empresa alvo.

Os objetivos desta dissertação para além da aplicação dos conhecimentos adquiridos na formação académica, abrange também uma formação profissional. Com a permanência a tempo inteiro na empresa de estudo, a inserção no meio empresarial foi bem conseguida tal como o adquirento dos conhecimentos técnicos dos equipamentos industriais do meio onde estive envolvido, essenciais para uma carreira de sucesso.

Por fim, é apresentado um caso de estudo de um projeto que teve especial atenção por parte de todos os colaboradores da empresa, dada a complexidade do mesmo. Este caso de estudo trata-se de a construção, na íntegra, de uma fábrica de rações, incluindo estruturas, órgãos de máquinas, *layout* dos mesmos e toda a exigência que um projeto desta dimensão comporta.

As atividades neste meio empresarial centraram-se no acompanhamento dos vários tipos projetos (estruturas, equipamentos de transporte a granel, cargas unitárias, limpeza da matéria-prima, etc.), desde a conceção do orçamento de projetos, desenho das peças dos equipamentos e finalmente a montagem em fábrica, auxiliando o serralheiro em todo o tipo de trabalhos. Consequentemente procedeu-se a uma análise, estruturação e organização das atividades de projeto da MIME.

1.2 Estrutura da Dissertação

A dissertação é constituída por cinco capítulos. Na Figura 1.1 está representado o fluxograma que demonstra o desenrolar dos capítulos ao longo da presente dissertação.

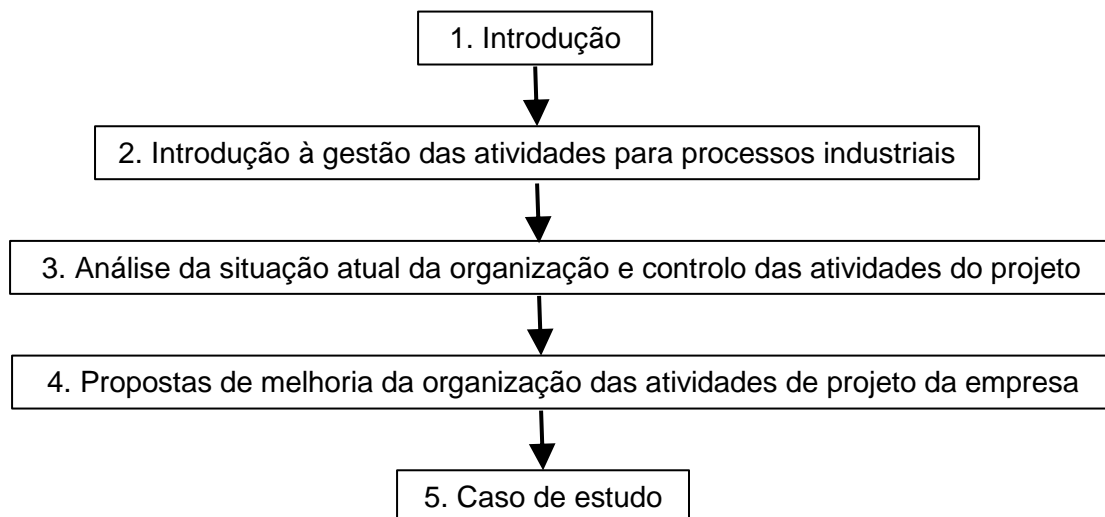


Figura 1.1: Fluxograma representativo da estrutura da dissertação

No primeiro capítulo é introduzida a dissertação apresentando o enquadramento, objetivos bem como a estruturação da mesma. É também apresentado uma breve introdução acerca da empresa alvo de estudo (MIME).

No segundo capítulo, é feita uma revisão dos conceitos teóricos relativos à gestão de processos industriais, como sendo o estudo de satisfação de clientes, o desenvolvimento do produto, vários tipos de *layouts* possíveis e, por fim, orçamentação de projetos.

No terceiro capítulo, realiza-se uma análise da organização atual da empresa face aos projetos propostos.

No quarto capítulo, são apresentadas propostas melhorias da organização das atividades de projeto à empresa alvo, apresentando exemplos de estudo de satisfação e salientando como abordar os vários temas revistos no capítulo dois.

No capítulo cinco, é abordado um caso de estudo derivado de uma proposta de projeto solicitada à empresa, onde o autor da presente dissertação realizou o estágio. Assim, no presente caso de estudo, evocam-se alguns conhecimentos teóricos relatados no segundo capítulo, em ordem a conceber um estudo coerente de satisfação de clientes. Além disso, é realizado um estudo do *layout* dos órgãos de máquinas nas instalações fabris.

No capítulo seis, são apresentadas as principais conclusões divulgando algumas das propostas para trabalhos futuros, no âmbito da satisfação de clientes e orçamentação de projetos.

1.3 Introdução à Empresa MIME

A MIME – Manutenção Industrial, Montagens e Engenharia, Lda é uma PME fundada em 2010, que se dedica essencialmente ao desenvolvimento e manutenção de equipamentos industriais para diversas indústrias. No entanto, o seu principal foco consiste maioritariamente na tecnologia de movimentação de graneis sólidos e transporte de cargas unitárias. A MIME dedica-se também em atividades de consultoria especializada em otimização dos ativos, em parceria com Universidades, gerando um núcleo de excelência em equipamentos e soluções integradas de movimentação de produtos sólidos a granel, bem como serviços de manutenção relacionados, focados na satisfação total dos clientes. de engenharia de manutenção, com capacidade de fornecer soluções de elevado valor acrescentado dirigidas para as necessidades estratégicas dos nossos clientes em diferentes setores de atividade industrial.

A empresa é constituída por engenheiros de engenharia mecânica, estudantes finalistas e serralheiros.

O engenheiro responsável pela empresa e diretor da mesma, faz toda a gestão estratégica e operacional da empresa, ficando deste modo com a coordenação de todas as áreas de trabalho.

Os projetistas são responsáveis pelo desenho dos componentes dos órgãos de máquinas para manufatura, projetar a montagem dos mesmos em terreno fabril e por fim a compra de materiais que sejam necessários à conclusão da obra.

Os trabalhos de montagem são levados a cabo por funcionários externos que são contratados em conformidade com as necessidades das obras, com a coordenação de um serralheiro responsável pelas montagens.

Os órgãos de máquinas ou componentes dos mesmos, são manufaturados por uma metalomecânica parceira da empresa.

2 Introdução à Gestão das Atividades para Processos Industriais

2.1 Técnicas de Estudo de Satisfação / Necessidade do Cliente

De forma a que qualquer empresa consiga ter uma vantagem competitiva sobre a sua concorrência, a satisfação dos clientes é essencial. Uma empresa consegue aumentar em grande escala os seus lucros se a fidelidade dos seus clientes aumentar também. Os clientes satisfeitos procuram sempre os melhores serviços / produtos, desenvolvendo menos sensibilidade nos custos dos mesmos [1].

Modelo Kano

O modelo Kano define seis tipos de requisitos do produto que vão influenciar de diferentes maneiras a satisfação do cliente.

– *Requisito Atrativo*

Este requisito possui grande influência na satisfação do cliente. Na relação Desempenho do Requisito vs. Satisfação do Cliente, o requisito atrativo comporta-se de um modo do género exponencial. Por não serem requisitados nem esperados pelo cliente, se o grau de desempenho for positivo trará plena satisfação ao cliente, no entanto, se este requisito não for apresentado ou o seu grau de desempenho for insuficiente, não instala qualquer insatisfação.

– *Requisito Unidimensional*

No confronto Desempenho do Requisito vs. Satisfação do Cliente o requisito unidimensional comporta-se de um modo linear incrementando a satisfação do cliente, quanto maior for o desempenho do requisito. Este tipo de requisito é normalmente uma exigência do cliente, e por isso, o seu desempenho é diretamente proporcional ao agrado do cliente.

– *Requisito Obrigatório*

Este tipo de requisitos não são necessariamente pedidos pelo cliente, pois são considerados garantidos. O facto deste tipo de requisitos ter um excelente desempenho, não subtrai qualquer tipo de satisfação para o cliente. Por outro lado, se o requisito não cumprir a sua função a 100%, origina descontentamento no cliente ou negar o produto / serviço na sua totalidade.

– *Requisito Neutro*

Para o cliente, um bom ou mau desempenho deste requisito não possui qualquer influência na sua satisfação.

– *Requisito Reverso*

Este tipo de requisito comporta-se de forma inversa ao requisito unidimensional. Um ótimo grau de desempenho cria uma elevada insatisfação sobre o cliente relativamente ao projeto.

– *Requisito Questionável*

Quando um requisito é avaliado como questionável, existe a possibilidade de uma má formulação da questão apresentada ao cliente, ou até de um problema de compreensão da mesma por parte do próprio cliente. Assim, não pode ser contabilizada para a estatística final.

A figura 2.1 retrata a variação da satisfação do cliente alvo em função do desempenho do requisito, nas diferentes classificações dos requisitos anteriormente referidos [2].

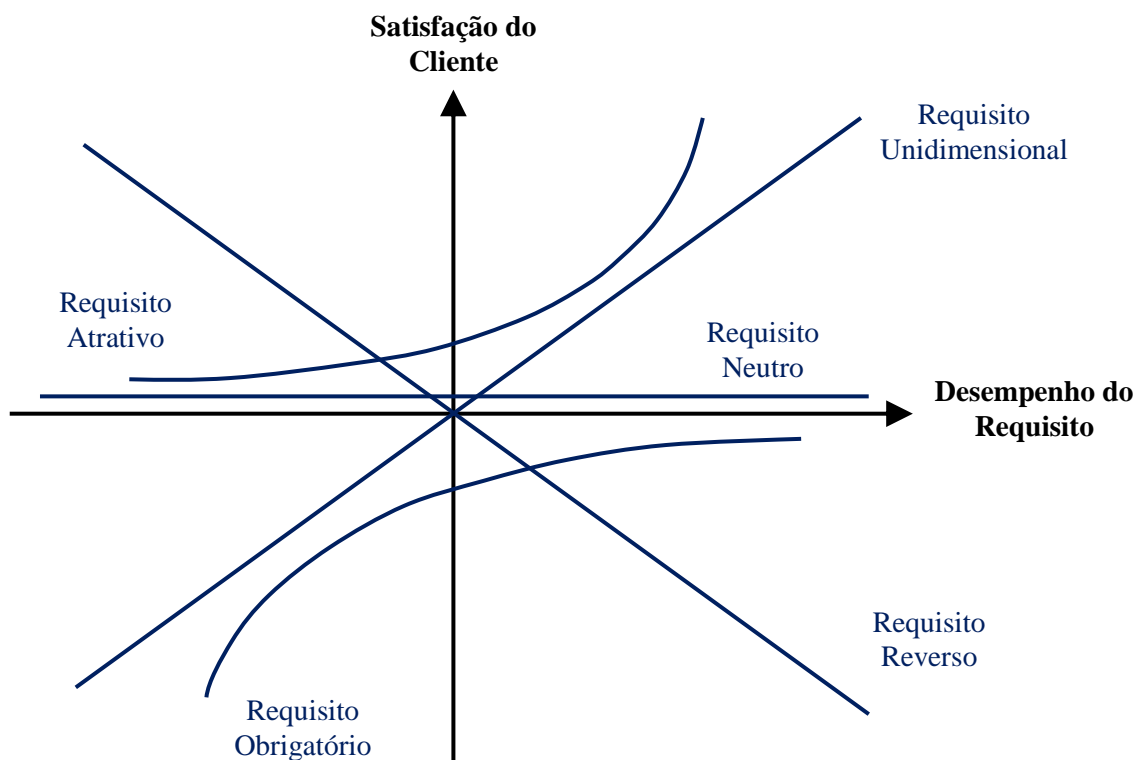


Figura 2.1: Modelo Kano

Os requisitos do projeto são classificados através de um questionário que contém duas perguntas para cada característica. Uma pergunta funcional, que avalia o interesse que o cliente possui relativamente a um determinado requisito (e.g.: “O que achava se o sem-fim fosse fabricado

em aço inoxidável”); e uma pergunta disfuncional, de forma a descobrir a reação do cliente à falta do requisito no produto (e.g.: “O que achava se o sem-fim não fosse fabricado em aço inoxidável”).

O cliente tem cinco opções de resposta para cada pergunta:

1. Gosto dessa maneira
2. Obrigatório ser dessa maneira
3. Neutro
4. Aceito que seja dessa maneira
5. Não gosto dessa maneira

Combinando as respostas às perguntas funcionais e disfuncionais, o requisito é classificado através da consulta da tabela 2.1 [3], e pode ser classificado por:

Q – Questionável

A – Atrativo

U – Unidimensional

R – Reverso

O – Obrigatório

N - Neutro

Tabela 2.1: Matriz de classificação de requisitos

Requisitos do projeto		Questão Disfuncional				
		1	2	3	4	5
Questão Funcional	1	Q	A	A	A	U
	2	R	N	N	N	O
	3	R	N	N	N	O
	4	R	N	N	N	O
	5	R	R	R	R	Q

Considerando um cenário de uma empresa que fabrica cadeiras de escritório, um dos requisitos do produto será certamente o acoplamento, ou não, de rodas nos apoios do produto. Se por exemplo, em relação a este requisito um cliente responder “2. Obrigatório ser dessa maneira” à pergunta funcional, “Gostaria se a sua cadeira de escritório tivesse rodas nos seus apoios”, e “5. Não gosto dessa maneira” à pergunta disfuncional, “Gostaria se a sua cadeira de escritório não tivesse rodas acopladas nos seus apoios”, então consultando a tabela 2.1 na linha 2, coluna 5, conclui-se que,

aos olhos do cliente, estamos presentes a um requisito obrigatório, ou seja, as cadeiras de escritório têm obrigatoriamente de ter rodas acopladas nos seus apoios [4].

Os resultados das classificações dos requisitos para todos os clientes entrevistados são tabelados, como mostra a tabela 2.2.

Tabela 2.2: Exemplo de lista de classificação dos requisitos

Cliente	Requisito 1	Requisito 2	Requisito 3
1	A	O	U
2	U	O	U
3	N	N	N
4	A	O	U
5	A	O	O

Por fim, a classificação final dos requisitos é calculada através da média das respostas de todos os clientes. Além das classificações finais, são listadas também as percentagens das classificações que os requisitos obtiveram, como está representado na tabela 2.3.

Tabela 2.3: Classificação final dos requisitos

Requisitos	Q	A	U	R	O	N	Classificação final
1	0	60%	20%	0	0	20%	A
2	0	0	0	0	80%	20%	O
3	0	0	60%	0	20%	20%	U

Por vezes a classificação de um requisito pode não ser clara devido à discrepância de respostas por parte dos diversos clientes. Nesse caso existe uma regra que orienta quanto à melhor classificação no caso de duas ou mais categorias estarem empatadas em percentagem.

Obrigatório > Unidimensional > Atrativo > Neutro

Os requisitos classificados como obrigatórios, unidimensionais e atrativos são prioridades para o desenvolvimento do produto ou serviço, desta forma, em caso de dúvida, a classificação atribuída ao requisito é sempre a mais relevante [5].

Coefficientes de satisfação e insatisfação do cliente (CS, CI)

Os Coeficientes de satisfação e insatisfação do cliente associados ao modelo *Kano*, indicam percentagem de clientes que podem ficar satisfeitos com a existência ou o bom desempenho de um requisito, e a percentagem de clientes que podem ficar insatisfeitos com a ausência ou deficiência desse mesmo requisito.

$$CS = \frac{A_{\%} + U_{\%}}{A_{\%} + U_{\%} + O_{\%} + N_{\%}} \quad (2.1)$$

	$CI = \frac{-1 \times (O_{\%} + U_{\%})}{A_{\%} + U_{\%} + O_{\%} + N_{\%}}$	(2.2)
--	--	-------

Onde:

CS – Coeficiente de satisfação;

A% – Percentagem de classificações atrativas

U% – Percentagem de classificações unidimensionais

O% – Percentagem de classificações obrigatórias

N% – Percentagem de classificações neutras

CI – Coeficiente de insatisfação;

Após o cálculo de ambos os coeficientes para todos os requisitos, os resultados são tabelados para uma consulta mas simples e explícita, como mostra a tabela 2.4.

Tabela 2.4: Classificação final dos requisitos com coeficientes de satisfação e insatisfação associados

Requisitos	Q	A	U	R	O	N	Classificação final	CS	CI
1	0	60%	20%	0	0	20%	A	0.8	-0.2
2	0	0	0	0	80%	20%	O	0	-0.8
3	0	0	60%	0	20%	20%	U	0.6	-0.8

Através dos valores calculados para os dois coeficientes, conseguimos assim esmiuçar o comportamento dos requisitos quanto ao possível incremento da satisfação e insatisfação por parte de todos os clientes. Estudando o diagrama representado na figura 2.1, ao analisar o requisito atrativo, reconhece-se que provoca uma satisfação no cliente exponencial quando confrontada com o

desempenho do requisito, o que significa que um bom desempenho do produto conduz a uma elevada satisfação no cliente, no entanto um mau desempenho do produto não está associada a qualquer tipo de insatisfação. Porém, analisando novamente o requisito 1, atendendo aos dados dos coeficientes de satisfação e insatisfação, é de notar que além do grau de incremento do coeficiente de satisfação não ser máximo, existe ainda possibilidade de criar insatisfação a 20% dos clientes com este atributo no produto. No caso do segundo requisito, as classificações como são obrigatório ou neutro, não existe qualquer possibilidade de criar satisfação para nenhum cliente, desta forma $CS=0$. No que concerne à análise do requisito 3, com uma classificação final de unidimensional e 20% em obrigatório e neutro, apesar de o CI ser bastante elevado, existe ainda possibilidade de criar satisfação em 60% dos clientes.

Transpondo os dados para um diagrama CS vs. CI, como mostra a figura 2.2, torna-se claro quais os requisitos com mais tendência a criar satisfação ou insatisfação [3].

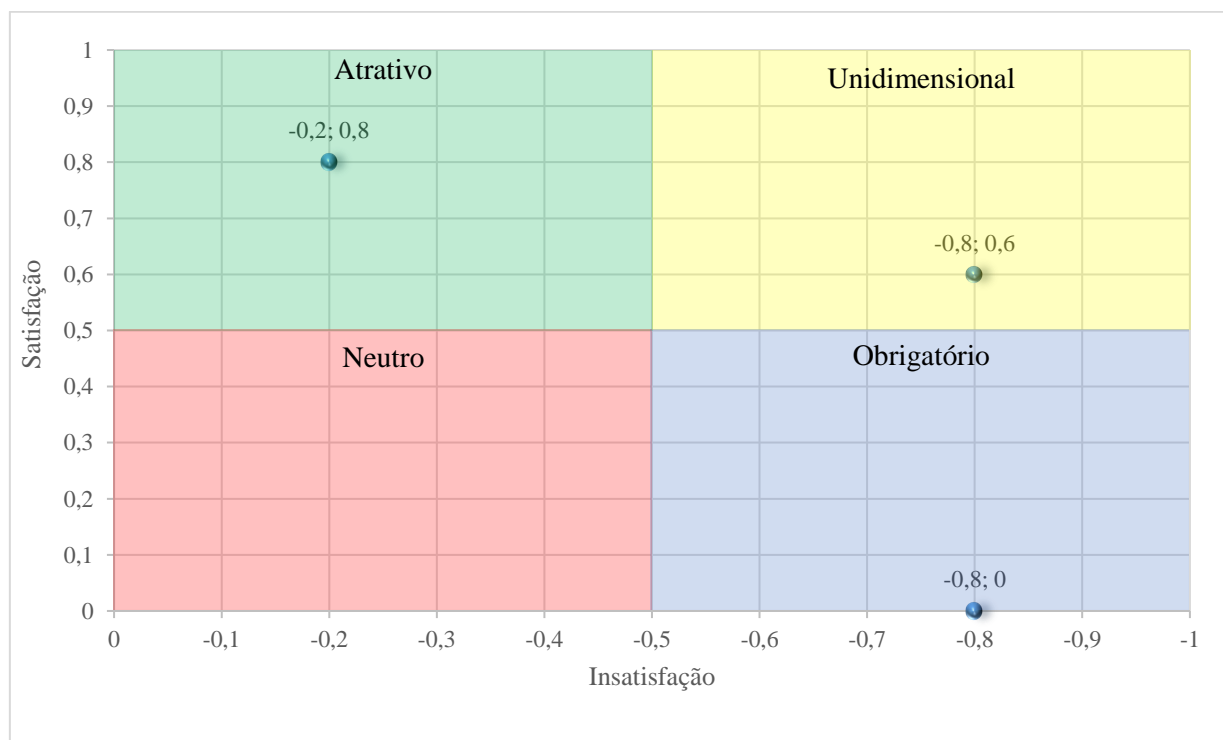


Figura 2.2: Diagrama representativo dos coeficientes de satisfação e insatisfação dos requisitos

O diagrama representado na figura 2.2, foi dividido em quatro quadrantes para se destacar a classificação dos requisitos segundo o método dos coeficientes de satisfação e insatisfação. Onde $[CS ; CI] = [0 , 0,5 ; 0 , -0,5]$ representa o quadrante onde se encontram os requisitos neutros (vermelho); $[CS ; CI] = [0 , 0,5 ; -0,5 , -1]$ requisitos obrigatórios (azul); $[CS ; CI] = [0,5 , 1 ; 0 , -0,5]$

requisitos atrativos (verde); e, por fim, $[CS ; CI] = [0.5 , 1 ; -0.5 , -1]$ encontram-se os requisitos unidimensionais (amarelo).

2.2 Estabelecimento de Requisitos / Parâmetros de Projeto

O processo de desvendar quais os requisitos e parâmetros do projeto que maximizam o valor do produto aos olhos do cliente é uma tarefa com alguma complexidade para as empresas. Assim, é utilizada uma ferramenta cujo foco é dar “voz ao cliente” de um modo compreensível para todos os trabalhadores do projeto [6].

QFD – *Quality Function Deployment* é uma metodologia que representa um modelo integrado para o desenvolvimento de produtos ou serviços. Para descrever as necessidades do cliente, o QFD utiliza matrizes ao longo das quatro fases de desenvolvimento do produto, como está representado na figura 2.3 [7].

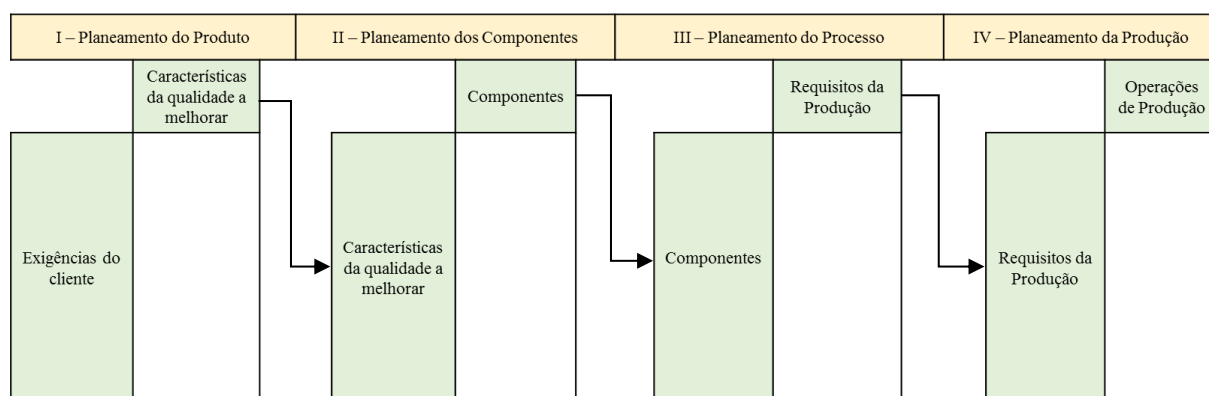


Figura 2.3: Quatro fases de desenvolvimento do produto

Um dos métodos do QFD, a Casa da Qualidade, trata-se de uma ferramenta de auxílio na estruturação da informação disponível sobre o projeto ou produto. Trata-se de um conjunto de matrizes onde se estrutura a informação existente de forma a permitir a sua interpretação e análise. O desenvolvimento da Casa da Qualidade passa por oito fases.

A figura 2.4, retrata o aspeto geral da casa da qualidade dividida e organizada pelas diferentes fases do seu desenvolvimento [8].

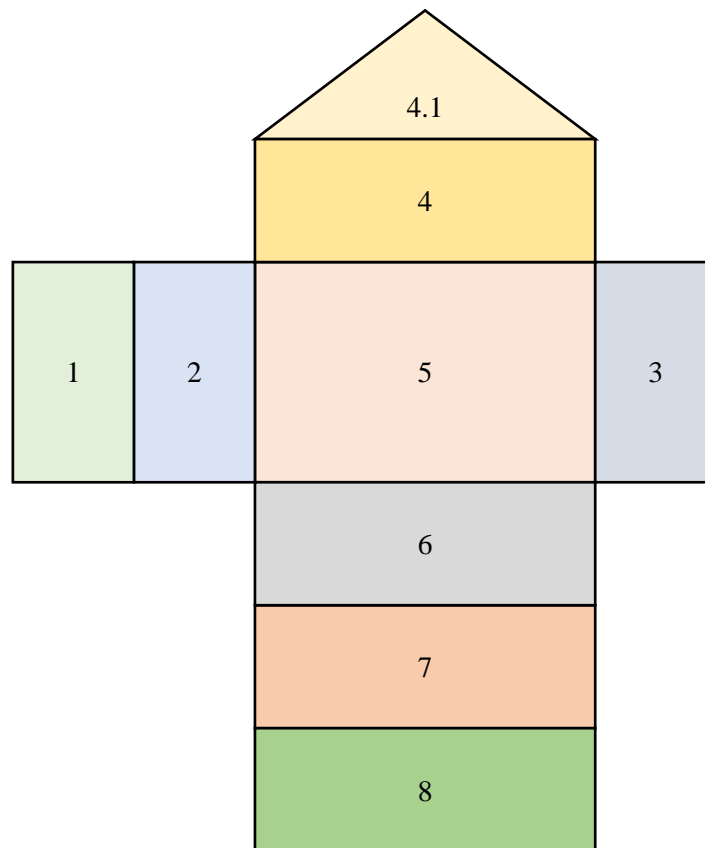


Figura 2.4: Representação da Casa da Qualidade

1. Exigências do Cliente – Lista as exigências do cliente
2. Classificação da importância – Classifica as exigências do cliente por ordem de importância
3. Avaliação da Concorrência – Relaciona cada requisito exigido pelo cliente com os seus concorrentes, comparando com o produto ou serviço da empresa.
4. Características da Qualidade – Generaliza as características relacionadas com a qualidade a melhorar para cada exigência do cliente.
 - 4.1. Matriz de Interações – Compara as Características da Qualidade, mencionadas no ponto anterior, de forma a detetar possíveis conflitos.
5. Interações – Preenche as interações entre as exigências do cliente e as Características da Qualidade.
6. Quantificação – Quantifica as Características da Qualidade
7. Avaliação da Concorrência – Compara as características do produto a desenvolver com o produto dos concorrentes.

8. Classificação da Importância Técnica – Possibilita hierarquizar os parâmetros face aos requisitos do cliente.

2.3 Escolha do *Layout* das Instalações

Um *Layout* industrial é um arranjo ou distribuição geométrica de máquinas sobre uma determinada superfície industrial. Possui uma disposição lógica de acordo com as restrições, processo e/ou prioridades. Num ambiente de produção industrial, é essencial o estudo do *layout* dos órgãos de máquinas de forma a melhorar a organização do espaço físico das instalações.

- *Layout* de Produto Estático – Este tipo de *layout* aplica-se quando o produto a ser produzido possui dimensões consideravelmente grandes. Devido às suas dimensões, são as máquinas responsáveis pelos processos de produção que se deslocam em redor do produto executando as tarefas que lhes são incumbidas [9].

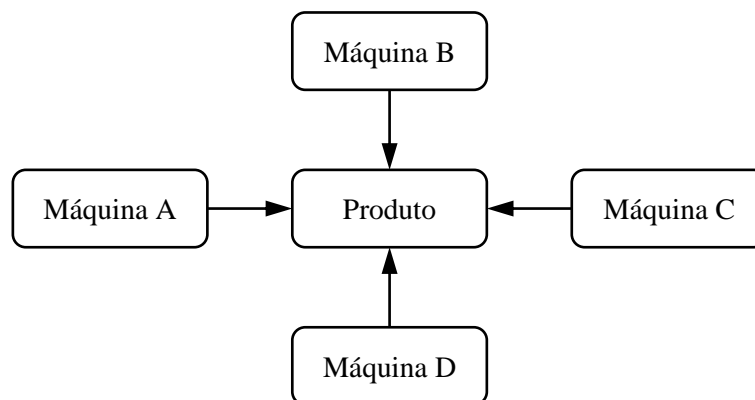


Figura 2.5: Esquema de *layout* de produto estático

- *Layout* por Linha de Produção – Para a produção de grandes quantidades de um determinado produto ou grupo de produtos é utilizado o *layout* por linha de produção, onde o produto se move pelas diferentes estações de produção, pela ordem de processo. A movimentação do produto pode ser efetuada mecanicamente, por gravidade ou manualmente. Este tipo de *layout* deriva do sistema Fordismo de produção implementado por Henry Ford [10].

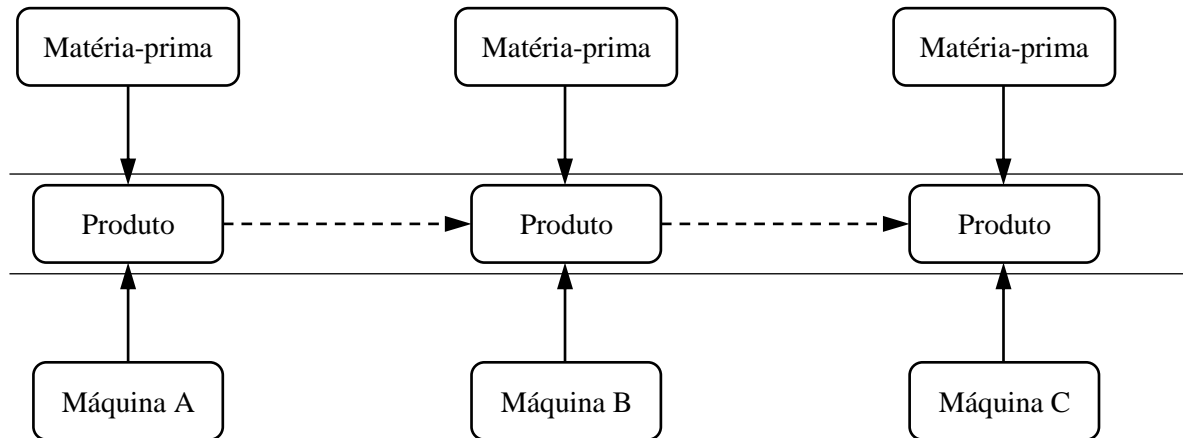


Figura 2.6: Esquema de *layout* por linha de produção

- *Layout* por Célula – Neste tipo de *layout* os componentes do produto são fabricados em diferentes células e, posteriormente direcionados para as áreas de montagem. As células são compostas por um grupo de máquinas que por vezes, podem ser organizadas por um *layout* interior por linha de produção. O *layout* por célula é normalmente utilizado na produção moderna de automóveis [11].

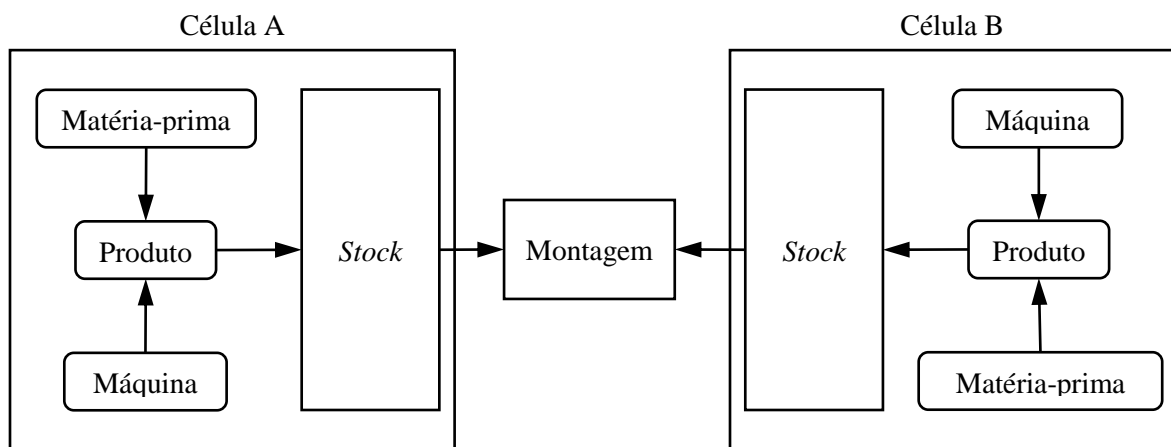


Figura 2.7: Esquema de *layout* por célula

- *Layout* orientado ao Processo – Neste tipo de *layout*, as máquinas que executam o mesmo tipo de processo são agrupadas num único departamento. Por exemplo, todos os tornos encontram-se um sector, tal como todas as máquinas de soldar se encontram noutro sector distinto [12].

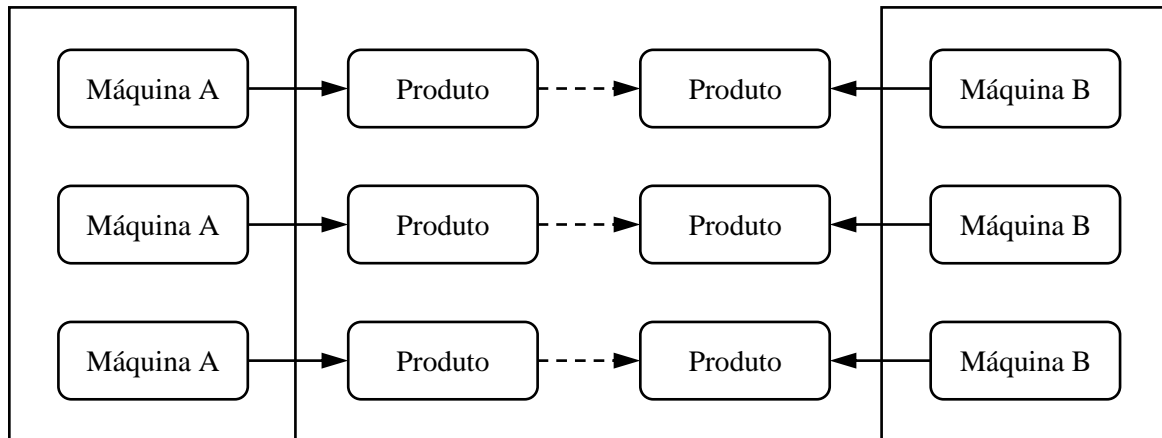


Figura 2.8: Esquema de layout orientado ao processo

Para conseguir empregar um *layout* com a segurança necessária, é essencial conhecer quais as áreas necessárias para cada tipo de equipamento que se deseje incluir no *layout*. Existem vários fatores que podem influenciar na área mínima que o equipamento necessite, como a quantidade de calor que o equipamento produz, o curso das suas partes móveis, áreas para manutenção e áreas de acesso aos técnicos.

3 Propostas de Melhoria da Organização das Atividades de Projeto da Empresa

3.1 Análise da Situação Atual da Organização e Controlo das Atividades de Projeto

Num mundo cada vez mais globalizado, aliado à ascensão constante da procura e oferta, a estruturação e organização das atividades de projeto assumem uma enorme importância, comprovam resultados, minimizam riscos e maximizam a eficácia, sendo portanto uma ferramenta transversal ao mundo de trabalho. Por norma, mais tempo ou dinheiro investido no planeamento das atividades de projeto, é sentido proporcionalmente com o aumento da eficácia e redução de imprevistos, portanto, é delineado um “caminho” em maior consciência, preciso, que reduz e/ou prevê possíveis percalços, facilita e simplifica o acesso a um mundo tão exigente e diversificado. Apesar da sua comprovada relevância, por motivos inerentes a custos e/ou tempo nem sempre esta abordagem é adotada. No geral, é considerada até uma área subestimada, deixando pormenores e estudos minuciosos colocados em segundo plano, embora que, a evolução esteja a dissipar este tipo de pensamento.

Para qualquer volume de negócio, a plena satisfação dos clientes é essencial para o constante crescimento económico da empresa. Garantindo a satisfação dos clientes, conquista-se a sua fidelidade conseguindo desta maneira aumentar os lucros da empresa, possivelmente em grande escala, visto que clientes satisfeitos comprem os produtos mais frequentemente e em maiores quantidades.

No que respeita a MIME, uma microempresa não possui recursos que consiga dispensar para um estudo de satisfação de clientes, deste modo, a técnica de satisfação utilizada provém do bom senso por parte dos trabalhadores, que adotam uma estratégia ganha de forma empírica ao longo da carreira. Numa fase inicial do projeto, a lista de requisitos essenciais ao produto ou serviço é colhida em forma de reunião entre gestores das empresas interessadas. Após a conclusão do projeto, existe um acompanhamento ao produto por parte da empresa projetista de modo a garantir a satisfação do cliente.

Mais de 80% dos produtos projetados pela MIME são dedicados ao fabrico de produtos alimentares para animais. Para este tipo de empreendimento não existe grande variação no género de *layout*, no entanto, todo o tipo de projeto de fabrico de maquinaria exige especial atenção à segurança em funcionamento e no acesso à manutenção. É exatamente neste sector de estudo do *layout* onde a empresa projetista em estudo foca a sua atenção nesta matéria. Durante a fase de desenho para fabrico da máquina, é feito um estudo da área de utilização necessária em volta do equipamento, para garantir

a montagem livre de dificuldades, o acesso às zonas de manutenção da máquina em questão e também a área necessária para entrada, circulação e saída do produto.

A maioria dos casos de projeto onde a MIME esteve envolvida não obrigam os projetistas a desenvolver um trabalho intensivo no estudo de *layout*, como aconteceria num projeto de construção de uma nova linha de produção de alimentos para animais. Devido à substituição de equipamentos ou restrição de espaço no ambiente fabril, o *layout* dos equipamentos são previamente definidos pelo cliente e relatados à empresa projetista, colhendo deste modo qualquer margem de manobra sobre este tema. No caso de se tratar de um projeto de maior dimensão, que envolva o estudo do posicionamento da maquinaria no ambiente fabril, a análise é produzida através de um estudo de projetos antigos e/ou aconselhamento por parte de especialistas nas áreas em questão.

Para uma empresa se assegurar no seu negócio, é necessário um rigoroso controlo de custos nas suas atividades. À semelhança do supracitado (ver capítulo 2.4.), um planeamento de custos de um projeto supera várias fases (planeamento de recursos, estimativa de custos, orçamento e controlo dos custos). No entanto, quando se trata de pequenos projetos, as fases de planeamento podem ser comprimidas tratando-se apenas de um orçamento mestre e um controlo de custos durante o projeto.

Na empresa de estudo, a primeira abordagem, quando é confrontada com pequenos projetos, é construir o desenho do equipamento juntamente com o estudo do funcionamento e do *layout* necessário, podendo usar informações de projetos anteriores de modo a ser mais acessível a produção do desenho. Após a aprovação do desenho, pelo Engenheiro responsável pelos projetos, é efetuada uma lista de órgãos de compra dos recursos necessários ao projeto. Alguns destes materiais têm de ser maquinados e alterados de acordo com o planeamento, o que vai influenciar o processo da estimativa de custos. Além dos custos de materiais, o gestor da MIME avalia o tempo estimado para a montagem do projeto, que está diretamente relacionado com os salários dos trabalhadores e outras despesas dos trabalhadores como refeições, estadias e viagens.

A construção do orçamento final para apresentar ao cliente é baseada na estimativa de custos anteriormente realizada, adicionando outros custos administrativos que estão diretamente envolvidos na construção do projeto.

Durante a fase de montagens, o controlo de custos é essencial para que a empresa projetista maximize o lucro e não corra riscos de prejuízo. Demasiado tempo dispensado em cada processo, material pobremente maquinado ou danificado durante a montagem, dita a quantidade de lucro que a empresa adquire, desta forma e tendo em conta a dimensão do projeto, o controlo de custos é essencialmente avaliado em termos da qualidade do trabalho do pessoal envolvido nas montagens.

3.2 Introdução do Estudo da Satisfação de Clientes

Uma das finalidades da presente dissertação é a criação de ferramentas práticas, essenciais para qualquer empresa. Os estudos científicos desenvolvidos complementam decerto todo o conhecimento adquirido empiricamente.

Esta fusão de conhecimentos empíricos com estudos científicos, expande a percepção do engenheiro responsável, quanto aos requisitos essenciais ao projeto, às características que merecem mais atenção e às dispensáveis. Desta forma, é possível gerir os recursos da empresa em ordem a poupar tempo e recursos nas características nada essenciais ao projeto.

Como foi mencionado no capítulo 2.1, de forma a iniciar o estudo de satisfação dos clientes, é necessário reconhecer quais os requisitos que poderão afetar, positiva ou negativamente, o agrado dos clientes em relação ao projeto concluído. Os requisitos a atender têm uma orientação geral, de forma a serem orientados a todos os clientes da MIME e não só de uma área de trabalho.

Desta forma, os requisitos propostos nesta primeira fase foram os seguintes:

1. Rápida proposta de orçamento
2. Pré-visualização 3D
3. Montagem sem modificações
4. Mais soluções
5. Preço mínimo independentemente da qualidade
6. Alternativas no material
7. Manutenção pós-venda
8. Canal de comunicação
9. Prazo de montagem independente da qualidade
10. Abertura relativamente às soluções

Com o objetivo de simular um estudo de satisfação aos clientes da MIME, foi criado um questionário Kano com os dez requisitos mencionados em foco. Apesar de a população ser curta, as respostas aos questionários foram bastante satisfatórias, ilustrando desta forma os requisitos prioritários para os clientes deste tipo de produto.

Na tabela 4.1 mostra as percentagens da avaliação dos requisitos por parte dos clientes, onde 100% equivale a 20 avaliações.

Tabela 4.1: Percentagem da classificação dos requisitos

	Requisitos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obrigatório	40%	0%	5%	10%	15%	5%	0%	50%	5%	15%
Unidimensional	60%	25%	10%	30%	30%	20%	25%	20%	25%	80%
Atrativo	0%	65%	40%	40%	20%	50%	50%	25%	20%	5%
Neutro	0%	5%	30%	20%	20%	20%	25%	5%	30%	0%
Reverso	0%	0%	5%	0%	10%	0%	0%	0%	10%	0%
Questionável	0%	5%	10%	0%	5%	5%	0%	0%	10%	0%
Classificação	U	A	A	A	U	A	A	O	N	U

Os requisitos 2 (“apresentar a visualização 3D da montagem”), 3 (“executar a montagem sem modificações”), 4 (“apresentar mais de uma solução aos problemas impostos pelos clientes”), 6 (“considerar e apresentar alternativas do material a usar”) e 7 (“incluir a manutenção pós-venda no orçamento inicial”) foram nomeados como atrativos, o que significa que são requisitos que se não forem considerados pela empresa projetista não despoleta qualquer insatisfação por parte da maioria dos clientes, mas se forem refletidos e aperfeiçoados, o agrado do cliente em relação a todo o projeto cresce exponencialmente.

A “apresentação de uma rápida proposta de orçamento” (requisito 1), o “aumento da qualidade do produto em relação ao preço final” (requisito 5) e a existência de “abertura ao cliente relativamente às soluções possíveis” (requisito 10) foram considerados como requisitos unidimensionais. Com efeito, quanto melhor for o grau de desempenho dos três requisitos classificados como unidimensionais, maior será o grau de satisfação por parte da maioria dos clientes. Quanto mais rápida for a proposta de orçamento, mais oportunidades existe de ganhar o projeto. Ou quanto melhor for a qualidade do produto / serviço, mais se solidifica a fidelidade por parte do cliente à empresa projetista, gerando desta forma um aumento dos lucros.

Apenas um requisito foi considerado como obrigatório para o projeto, a criação de um canal de comunicação permanente durante toda a fase do projeto, desde a apresentação do problema existente até à conclusão do mesmo, é um requisito que o cliente espera que seja concretizado. O perfeito funcionamento do canal de comunicação não despoleta qualquer satisfação no cliente, porém a ausência deste, gera um grau de insatisfação que aumenta exponencialmente quanto maior for a falta de comunicação entre as duas empresas.

Por fim, o prazo de montagem vs. a qualidade do produto é um requisito qualificado como neutro, o que significa que aumentando o prazo de montagem juntamente com a qualidade do produto ou diminuindo ambos os parâmetros não conduz à satisfação ou insatisfação do cliente. Embora a média da classificação dos clientes elegerem o requisito 9 como neutro, existem outras duas

classificações (Unidimensional e Atrativo), que estão próximas da eleita. Neste sentido, é de notar que 45% dos clientes tendem a ficar satisfeitos com um prazo de montagem mais rápido, contra 10 % que preferem a qualidade ao prazo de montagem. Apesar de todos os clientes preferirem a melhor qualidade ao melhor preço, por vezes, necessitam de rápidas concretizações de obra devido ao tipo de cadência de produção a que estão sujeitas.

Os resultados das classificações dos requisitos apresentados na tabela 4.1, podem ser exibidos em forma de gráfico, onde a satisfação do cliente está disposta no eixo vertical e o desempenho do requisito no eixo horizontal, como mostra a figura 4.1.

Através do gráfico seguinte, é possível estudar de forma clara, o comportamento da satisfação do cliente em função do desempenho de cada requisito.

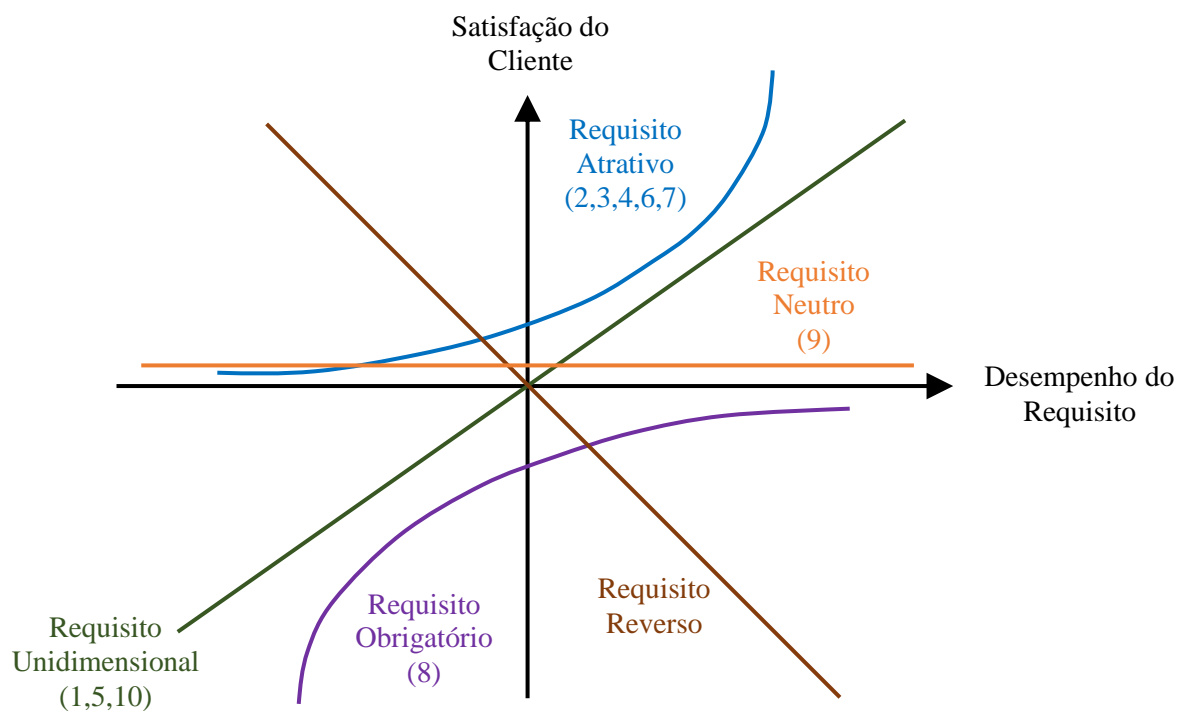


Figura 4.1: Gráfico Satisfação do cliente vs Desempenho do requisito

O gráfico de Satisfação do cliente vs. Desempenho do requisito, retrata de forma simples e evidente, quais os requisitos do projeto, em média, com prioridade no melhoramento do seu desempenho. Não obstante, não existem projetos nem clientes iguais e com as mesmas necessidades, o que para a maioria é essencial, para outros é dispensável e desnecessário. De facto, foi criado um estudo mais minucioso que não considera apenas os critérios da maioria dos clientes. De forma a atender às respostas de todos os clientes, é necessário o cálculo dos coeficientes de satisfação e insatisfação, como está representado na equação 2.1 e 2.2.

Após todos os cálculos, obtém-se os seguintes resultados:

Tabela 4.2: Coeficientes de satisfação e insatisfação dos requisitos

	Requisitos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CS	0,60	0,95	0,59	0,70	0,59	0,74	0,75	0,45	0,56	0,85
CI	-1,00	-0,26	-0,18	-0,40	-0,53	-0,26	-0,25	-0,70	-0,38	-0,95

A figura 4.2 apresenta os resultados na tabela 4.2 em forma de gráfico onde se pode visualizar a situação de cada um dos requisitos.

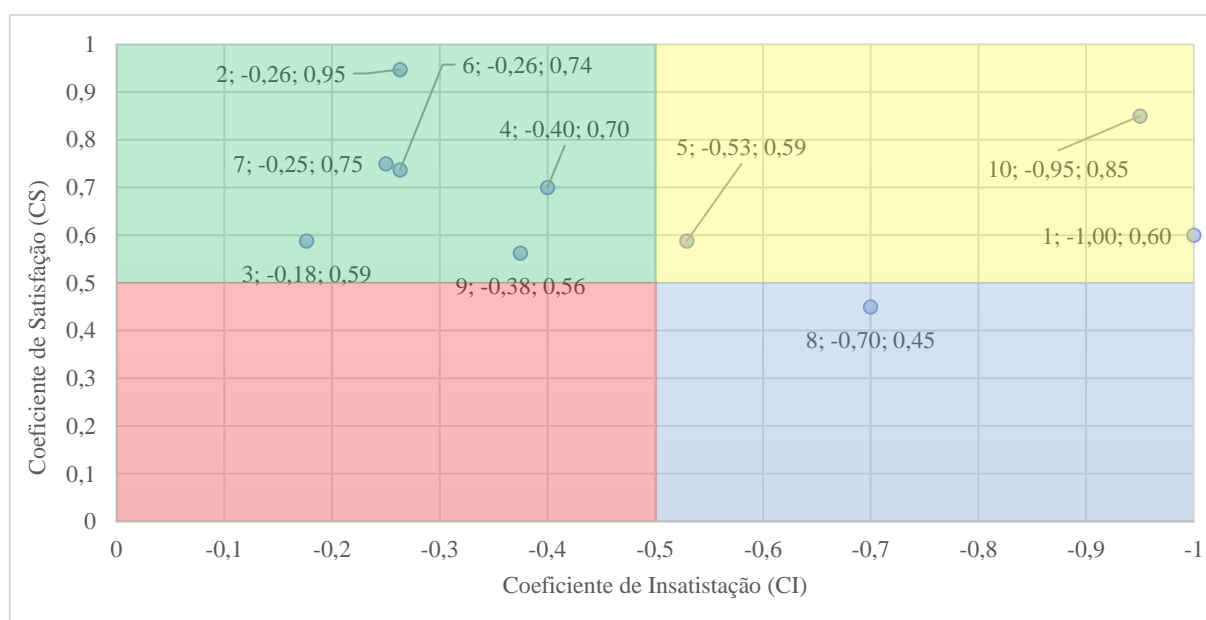


Figura 4.2: Gráfico de satisfação dos requisitos

Todos os requisitos situados nos primeiros 45 graus do gráfico, têm uma maior tendência de causar insatisfação, enquanto os restantes têm maior tendência de criar satisfação nos clientes. Como foi mencionado no capítulo 2.1., o gráfico é dividido em quatro quadrantes que tendem a separar e enquadrar os requisitos na sua classificação, segundo o método dos coeficientes.

Destaca-se ainda que, através da análise do gráfico dos coeficientes de satisfação e insatisfação, atendendo aos requisitos 1 e 10, ambos situados na zona unidimensional, estes foram eleitos pela maioria dos clientes como unidimensionais, no entanto, existe uma percentagem considerável da minoria que os classifica como sendo obrigatórios. Esta classificação, em nada altera o coeficiente de satisfação mas aumenta “exponencialmente” o grau de possível insatisfação do cliente. Devido a esta combinação de classificações, o CI obtém um grau mais elevado do que o CS. Tendo em conta o mencionado sobre estes requisitos, subtrai-se a conclusão que a “*Rápida proposta*

de orçamento” e a *“Abertura relativamente a outras soluções”* são requisitos que apesar de provocarem satisfação, os clientes têm uma tendência superior a ficarem insatisfeitos. Ainda situado na mesma zona, o requisito *“Preço mínimo independentemente da qualidade”* tem inúmeras respostas diferentes, devido ao facto de ser um requisito que gera alguma controvérsia perante os clientes. A relação Preço vs. Qualidade é sempre questionada na compra de qualquer tipo de produto, todos os clientes procuram sempre o melhor produto ao melhor preço. Assim, este requisito está posicionado próximo do centro do diagrama. Apesar de considerado unidimensional, a relação Preço vs. Qualidade de um projeto, tem de ser estudada individualmente para cada cliente diferente. Devido às diferenças de indústrias, orçamentos disponíveis para novos projetos ou tipo de cliente, observa-se uma grande discrepância nas classificações do requisito.

Em relação ao requisito *“Canal de comunicação”*, único requisito obrigatório do estudo, como está representado no diagrama da figura 4.2., este requisito mostra que 70% dos clientes têm possibilidade de ficar insatisfeitos com o mau funcionamento do requisito e 45% podem ficar satisfeitos.

Os requisitos numerados por 2, 3, 4, 6 e 7 estão todos enquadrados na categoria de atrativos, devido à elevada percentagem de clientes que podem ficar satisfeitos com o seu desempenho, contra a baixa percentagem de clientes que podem ficar descontentes.

Por último, o requisito 9 foi classificado como neutro na média das classificações, porém, ao fazer o cálculo dos coeficientes de satisfação e insatisfação, o requisito apesar de um CI baixo, detém um CS acima dos 0.5, posicionando-se deste modo na zona atrativa do diagrama representado na figura 4.2. Esta discrepância de classificações finais, deriva do elevado número de clientes que classificaram o requisito 9 como unidimensional e atrativo, incrementando assim o respetivo CS.

3.3 Casa da qualidade

Após a conclusão do questionário Kano, reconhecendo nesta fase que requisitos do projetos são importantes para uma melhor satisfação face à empresa projetista, é necessário relacionar as ambições do cliente em relação ao projeto com as capacidades da empresa responsável pelo trabalho e as características técnicas que iram apresentar. Em ordem a relacionar estes dois fatores, é necessário identificar as características técnicas que estão relacionadas com os requisitos avaliados pelos clientes.

Características técnicas:

- Tempo de orçamento e elaboração da proposta técnica;
- Tempo de preparação de montagem;
- Tempo de montagem;
- Preço;
- Qualidade de maquinação;
- Qualidade de montagem;
- Material;
- Manutibilidade;
- Necessidade de futura manutenção;
- Nível de comunicação com o cliente.

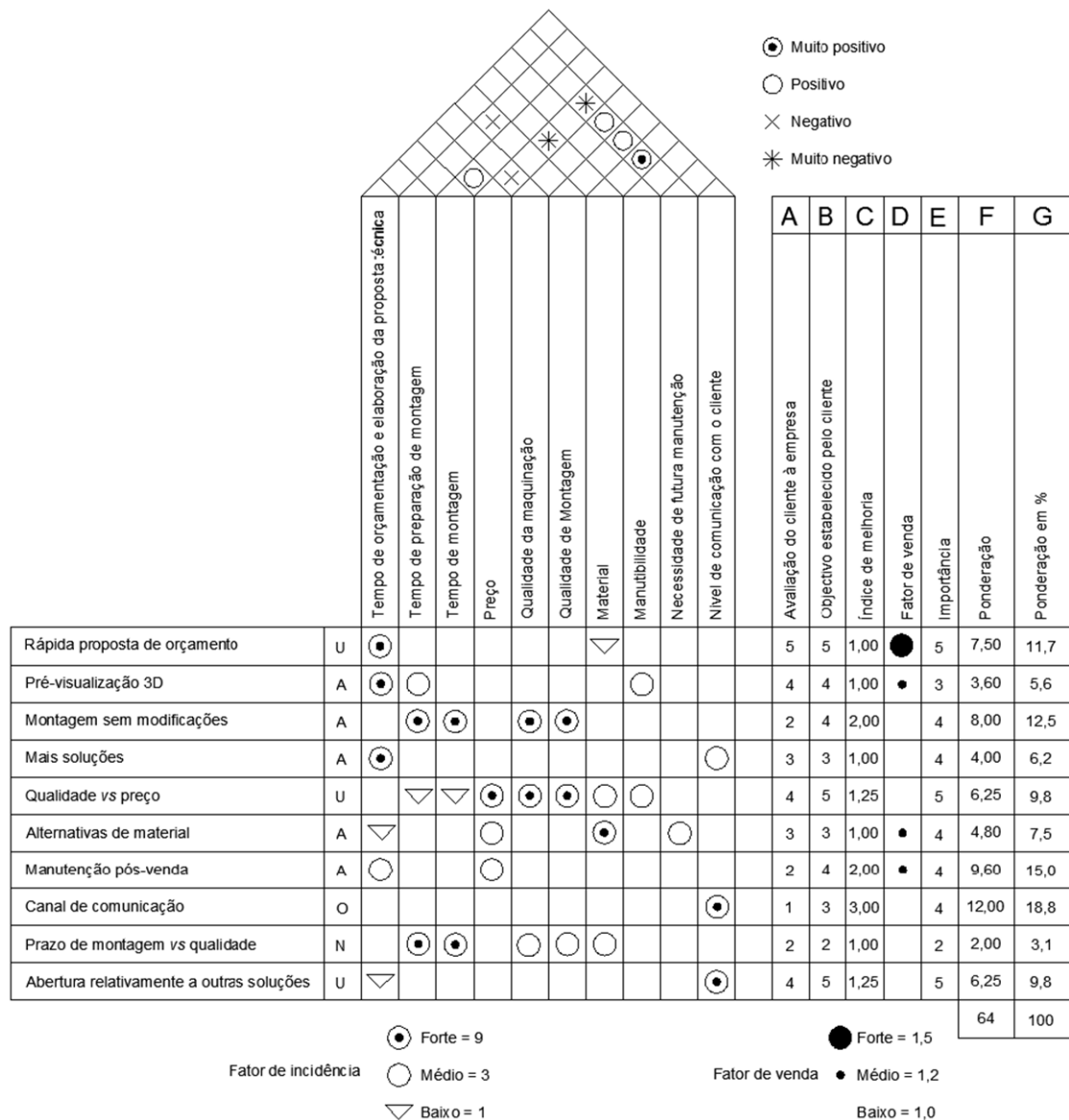


Figura 4.3: Casa da Qualidade MIME

3.3.1 Matriz de Incidências

A matriz das incidências é onde a equipa projetista determina a relação entre as necessidades do cliente e a capacidade da empresa para satisfazer. Os responsáveis avaliam esta relação com uma escala que varia entre 1 (*baixo*), 3 (*médio*) e 9 (*forte*) [13].

Avaliando a matriz de incidências, atendendo inicialmente para o primeiro requisito (“*Rápida proposta de orçamento*”), nota-se uma relação forte com a característica técnica “*Tempo de orçamento e elaboração da proposta técnica*”. Além desta relação existe um fator de incidência

à característica técnica “*Material*”, apesar de fraco, a alteração do tipo de material possui relevância quando se pretende uma rápida proposta de orçamento.

Em relação ao requisito “*Pré-visualização 3D*” existem três características do projeto relevantes para uma satisfação do cliente face ao mesmo. A elaboração da pré-visualização 3D requer dispensa de tempo, por isso tem uma forte relação com a primeira característica técnica “*Tempo de orçamentação e elaboração da proposta técnica*”. Após o parecer do cliente em relação à pré-visualização e possivelmente solicitar alguma mudança quanto ao *layout* ou outra característica do projeto, é essencial despendar algum tempo durante a preparação da montagem para alterações na pré-visualização 3D com o intuito de não existir percalços durante a montagem. Quanto à relação Pré-visualização 3D vs. Manutibilidade (característica técnica) tem um fator de incidência médio devido ao planeamento de futura manutenção nos órgãos de máquinas.

Para uma montagem sem modificações é imprescindível consumir bastante tempo de preparação de montagem, de forma a haver uma forte convicção que tudo corre conforme planeado. O tempo de montagem tem obviamente uma forte relação com a montagem sem modificações, mas neste caso positiva, as modificações durante as montagens podem consumir bastante tempo, por isso quanto mais modificações se fizer maior é o tempo de montagem. Juntamente com a primeira característica referida neste parágrafo (Tempo de preparação de montagem), a qualidade de maquinação é a característica do projeto que mais influencia a possibilidade da equipa de montadores sejam bem-sucedidos numa montagem sem modificações. Devido às dimensões dos órgãos de máquinas e aos acessos dentro das instalações que a equipa de montadores tem como obstáculos na missão de transportar as máquinas, estas têm forçosamente que estar divididas em parcelas. Com efeito, se a maquinação não gozar da qualidade pretendida e as parcelas dos órgãos de máquinas não encaixarem umas nas outras, então não existe outro remédio senão fazer alterações no local de montagem. O preço final do projeto tem uma incidência média positiva no requisito “*Montagem sem modificações*” devido à redução do tempo de montagem, e negativa ao melhorar a qualidade da maquinação. Para além das quatro características já referidas, existe também outra com uma forte incidência no requisito em questão. A qualidade de montagem é obviamente um enorme fator para uma montagem bem executada (sem modificações).

De forma a equipa projetista conseguir realizar mais opções para além da solução proposta, é necessário despendar mais tempo na orçamentação e elaboração da proposta técnica (primeira característica técnica), o que leva a existir uma forte ligação entre a característica técnica e o requisito em questão. Numa outra análise, observa-se de igual forma a existência de uma incidência média entre a oportunidade de criar mais soluções e a comunicação entre a empresa de projeto e a empresa que propõe o trabalho. Quanto melhor a comunicação entre as empresas interessadas mais claro é o que o cliente pretende.

Avaliando agora as incidências do requisito que engloba dois fatores profundamente importantes, Qualidade vs. Preço. É de salientar que este requisito está relacionado com a maioria das características técnicas. O tempo de preparação de montagem tal como o tempo de montagem têm uma fraca relação com o presente requisito. Considerando que quanto mais tempo houver de preparação mais oportunidade existe de avaliar todos os fatores importantes para o projeto, então esta característica do projeto influencia diretamente na qualidade do serviço. O tempo de montagem afeta diretamente a qualidade do serviço devido à possibilidade de algum setor de produção do cliente estar imprescindível ou reduzido a serviços mínimos, desde o início da montagem até os órgãos de máquinas a montar estarem operacionais. Como o nome indica, as características preço, qualidade de maquinação e qualidade de montagem estão firmemente relacionadas com o requisito do projeto em avaliação. Quanto ao fator material está relacionado num nível médio. Ao melhorar a qualidade do material, aumenta com este, o nível de qualidade do produto, mas aumenta também o preço da solução. Dependendo do tipo de material e da quantidade a usar, na relação Qualidade vs. Preço, ao melhorar a qualidade do material tanto pode ter um crescimento mais acentuado para a variável qualidade como para o preço. Nestes casos, é necessário fazer um estudo ao problema e oferecer ao cliente a capacidade de escolha. Por fim, relativamente à característica técnica “*Manutibilidade*” incide a nível médio na qualidade e no preço do projeto. Quanto melhor for a facilidade de acessos à futura manutenção dos órgãos de máquinas, melhor vai ser a qualidade do produto a longo prazo. Incide, assim, no preço final do produto, devido à criação de acessos e gastos em material, mas na relação em avaliação é a qualidade que se destaca.

O sexto requisito do projeto, considerado pelos clientes em maioria como um requisito atrativo, refere-se da possibilidade de existir alternativas de material na construção dos órgãos de máquinas. Este requisito apresenta uma influência direta, apesar de fraca, na característica “*Tempo de orçamentação e elaboração da proposta técnica*”. A relação destes dois fatores incide no estudo de resistência do material nas suas funções como máquina e, depois de aprovado, é necessário fazer uma pesquisa dos seus preços. É este, um grande fator de escolha para a decisão de qual o material a usar. Apesar de existir um material com melhores características para o projeto, nem sempre é a escolha mais sensata devido ao seu preço. Claro que existem outros fatores a considerar, imaginando um material bastante dispendioso, mas que tinha garantia de longa data a trabalhar em condições extremas, e outro que faria um bom trabalho com um preço acessível, mas teria que sofrer manutenção com um período de tempo reduzido. Neste caso, o cliente interessado no trabalho teria de avaliar o retorno do investimento inicial, se compensaria ou não despende uma porção elevada de dinheiro em comparação à segunda opção.

Através dos questionários de *Kano*, os clientes demonstraram que a possibilidade de a manutenção pós-venda ser incluída no orçamento era um requisito que atraía a maioria. Este requisito requer uma previsão das falhas do equipamento, por parte da empresa projetista, com o fim de

analisar os possíveis custos que a futura manutenção iria necessitar, este trabalho adicional requer dispensa do tempo disponível para a orçamentação. Como é natural, o preço final vai ser influenciado por este requisito, a existência de mais trabalho gera mais custos. Esta decisão por parte do cliente pode compensar, na medida em que pode sair menos dispendioso em longo prazo, mas custaria um investimento inicial e nenhuma certeza de retorno.

Apenas um requisito do projeto foi considerado como obrigatório por parte dos clientes, esse requisito faz parte da área de comunicação entre a empresa projetista e o cliente. Para a maioria dos clientes, é fundamental existir um canal de comunicação permanente com o intuito de colocação de dúvidas / sugestões que possam existir por parte dos clientes ou empresa projetista. Como é observado na matriz das incidências, e assim como o nome sugere, a existência deste canal de comunicação depende fortemente do nível (ótimo) de comunicação projetistas – clientes.

Ao pedir aos clientes para avaliar a sua prioridade no que respeita ao prazo de montagem ou à qualidade da solução, observa-se uma elevada/forte discrepância nas respostas. Seja qual for o produto, todos os clientes pretendem uma boa qualidade ao adquirir um artigo que necessitem. No entanto, para os clientes responsáveis pela produção de um determinado produto, a montagem de um órgão de máquina pode ser tão ou mais importante que a qualidade do mesmo, devido à possível obrigação de parar ou reduzir o nível de produção enquanto está a decorrer a montagem. Por conseguinte, o presente requisito foi considerado como neutro pela maioria dos clientes. Tanto o tempo de montagem como o de preparação da mesma são duas características que têm bastante influência neste requisito. Uma vez que a preparação da montagem for bem executada, então o produto vai ter melhor qualidade e o prazo de montagem vai provavelmente ser mais curto. Quanto às qualidades de maquinação e de montagem, tal como o material estão diretamente envolvidas com este requisito. Quanto melhor for a prestação de cada uma destas características melhor é a qualidade do requisito.

Por último, a abertura relativamente a outras soluções é um requisito do projeto nomeado como unidimensional pela maioria dos clientes. Como é natural, este requisito pode consumir algum tempo de orçamentação, numa eventualidade de o cliente necessitar de alterações da solução do projeto, por esta razão, o presente requisito tem uma forte incidência no nível de comunicação com o cliente.

Em geral, é de notar que o requisito que se sobressaiu, “*Qualidade vs Preço*”, sendo este composto por duas fortes características do projeto, é natural que seja o requisito com mais interações. Por outro lado, foi a característica do projeto “*Tempo de Orçamentação e Elaboração da Proposta Técnica*” a mais relacionada com os requisitos do projeto.

3.3.2 Matriz das Interações

Com a ajuda da matriz das interações ou o “telhado” da casa da qualidade, foi possível analisar que a potencial dependência entre características do projeto, avaliando essa dependência em quatro níveis: muito positivo, positivo, negativo e muito negativo [13].

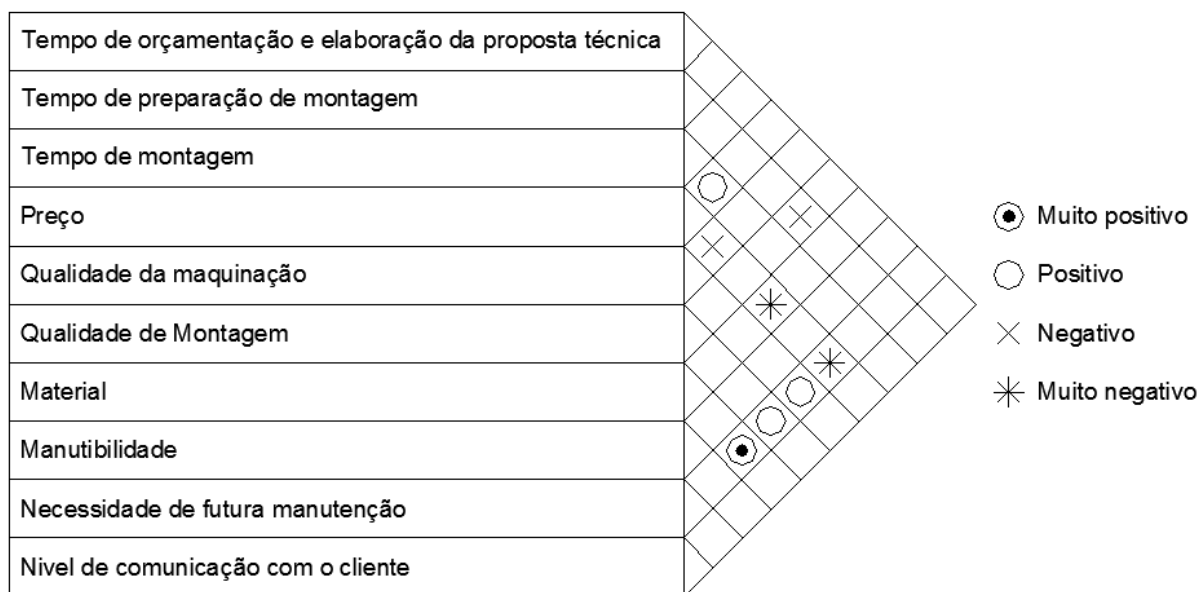


Figura 4.4: Matriz das interações entre características

Foi possível, contudo, detetar algumas incidências entre características técnicas presentes no projeto. Quanto à incidência existente entre o tempo de preparação da montagem e a qualidade de montagem, observa-se que quanto melhor o tempo de preparação, ou seja, quanto menor o tempo, pior seria a qualidade de montagem. Por isso, esta incidência tem um efeito negativo entre as características onde está inserida.

Em segunda análise, quanto melhor o tempo de montagem (menos tempo), melhor serão os gastos da empresa projetista em montadores. Por sua vez, melhor será o preço que a empresa projetista apresentará no orçamento. Por esta razão, o tempo de montagem tem um efeito positivo no preço do projeto.

Entre as características do projeto preço e qualidade de maquinação, existe um efeito negativo na medida em que quanto melhor for o preço (mais baixo) pior será o nível da qualidade de maquinação. Tal como o efeito do preço e a qualidade do material escolhido, exceto desta vez, o efeito é muito negativo. Da mesma maneira, e pelas mesmas razões, que o preço do projeto tem um efeito muito negativo na qualidade do material. Em relação ao nível de necessidade de uma futura

manutenção a incidência, tal como a relação Preço vs. Material, é considerada muito negativa. Quanto melhor for o preço, pior será a necessidade de uma manutenção no futuro.

Por último, existem três outras incidências positivas que se relacionam com a necessidade futura de manutenção. Destas três, a maior relação positiva encontra-se entre o nível de qualidade do material, quanto melhor for essa qualidade, melhor vai ser o nível de necessidade de uma futura manutenção. As restantes interações relativamente à necessidade de futura manutenção pertencem às duas características técnicas referentes à qualidade, qualidade de maquinação e qualidade de montagem.

Como era de esperar, a característica técnica “Preço” está relacionada com várias outras características, gerando conflitos. Ao melhorar qualquer uma destas características gera um aumento do preço, e vice-versa. Outra das características que geram variados conflitos é, surpreendentemente, “Necessidade de futura manutenção”.

3.3.3 Ponderação

O grande objetivo da análise através da casa da qualidade é a maximização do valor do produto, aumentando o nível de satisfação do cliente. Por esta razão, é fundamental avaliar os cálculos da ponderação, em ordem a verificar quais os requisitos que para os clientes são prioritários a serem melhorados.

			F	G
			Ponderação	Ponderação em %
8	Canal de comunicação	O	12	18,8
7	Manutenção pós-venda	A	9,6	15
3	Montagem sem modificações	A	8	12,5
1	Rápida proposta de orçamento	U	7,5	11,7
5	Qualidade vs preço	U	6,25	9,8
10	Abertura relativamente a outras soluções	U	6,25	9,8
6	Alternativas de material	A	4,8	7,5
4	Mais soluções	A	4	6,2
2	Pré-visualização 3D	A	3,6	5,6
9	Prazo de montagem vs qualidade	N	2	3,1
			64	100

Figura 4.5: Ponderação em percentagem dos requisitos

De forma a facilitar a visualização de quais os requisitos prioritários a melhorar, os dados da casa da qualidade foram ordenados com a ponderação em percentagem em ordem decrescente. Com a análise da tabela anterior, observa-se que o canal de comunicação, entre todos os outros requisitos, destaca-se com uma percentagem de quase 20% e uma obrigatoriedade por parte do cliente a estar perfeitamente funcional. Como já foi referido, a perfeição da funcionalidade deste requisito não evoca qualquer tipo de satisfação do cliente, mas uma situação contrária contrai insatisfação de um modo exponencial.

Os dois requisitos seguintes, a manutenção pós-venda e a montagem sem modificações, apesar da elevada taxa de ponderação não são requisitos prioritários para serem aperfeiçoados devido à nomeação como atrativos por parte dos clientes. Este tipo de requisitos, como foi explicado no capítulo 2.1., tem o efeito contrário de um requisito obrigatório, não desencadeia qualquer tipo de insatisfação para o cliente, mas se atingir um bom desempenho, reproduz uma satisfação exponencial.

Com uma menor taxa de ponderação em relação ao dois requisitos da análise anterior, mas com mais prioridade a melhorar o seu desempenho, estão os requisitos 1, 5 e 10. Por serem requisitos propícios a criarem elevada insatisfação nos clientes e possuírem uma ponderação relativamente elevada, estão na lista dos cinco requisitos prioritários a melhorar o seu desempenho.

4 Caso de estudo

Um dos objetivos da presente dissertação é o desenvolvimento de um projeto de construção de uma fábrica de produção alimentar para animais. Deste modo, é fundamental aprofundar os temas: Explicação dos processos produtivos que o produto sofre, desde a fase da matéria-prima até ao descarregamento da ração em grãos; Estudo das necessidades do cliente, onde é definido a importância dos requisitos do projeto; Definição do *layout* da fábrica, onde são definidas as áreas ocupadas pelos órgãos de máquinas nas instalações; Demonstração dos equipamentos no *layout* definido no ponto anterior e explicação das suas funções; e, apresentação de uma discussão de resultados.

4.1 Caderno de encargos e definição dos requisitos do projeto

O cliente pretende do projeto a ampliação da produção através da construção de uma nova linha de produção de produção alimentar para animais. Numa primeira fase, são definidos os processos de produção que o produto é sujeito, restrição quanto às dimensões e ou materiais a usar.

A linha de produção começa com a alimentação de matéria-prima através do descarregamento de camiões num tegão, equipado com o primeiro processo de limpeza. A matéria-prima, antes de passar ao processo de transformação é tratada, eliminando partículas de espessura mínima, grande e metais associado ao primeiro, segundo e terceiro processo de limpeza, respetivamente.

Uma vez que o produto vai ser misturado com aditivos, a mistura necessita de ser devidamente dosada para formar a receita final pretendida. É precisamente no presente processo que o produto é dividido em duas linhas de produção paralelas, devido à diferença de aditivos que as receitas estão sujeitas.

Após os aditivos serem misturados com a matéria-prima fragmentada, processa-se a granulação da ração com o tamanho e forma que o cliente pretender. De seguida, os grãos passam por um processo de arrefecimento, para que a sua forma se mantenha intacta.

Antes do produto ser encaminhado para camiões ou *big-bags*, os grãos passam por um processo de qualidade onde são devolvidos às granuladoras os grãos defeituosos.

Definidos os processos de produção que o produto sofre, é o dever do projetista responsável do projeto criar um fluxograma dos processos de produção onde é possível verificar facilmente como a matéria-prima é transformada em produto final.

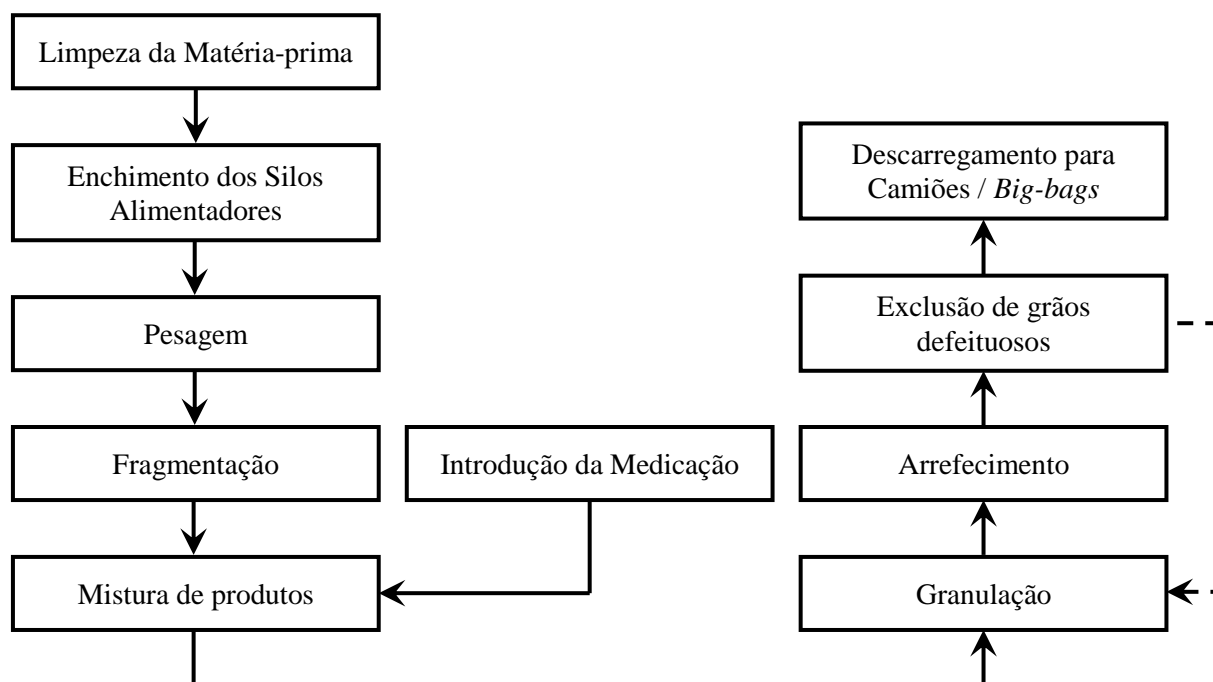


Figura 4.1: Fluxograma de processos de produção

Face ao projeto apresentado pelo cliente, a primeira abordagem do projetista será desvendar os requisitos do projeto que mais influenciam a satisfação do cliente, positiva ou negativamente. Com o conhecimento da natureza do projeto, os requisitos relevantes para o estudo de satisfação do cliente são os seguintes:

1. Pré-visualização 3D com pormenorização no *layout*
2. Manutenção pós-venda incluída no orçamento
3. Possível expansão de produção
4. Possibilidade de incluir parecerias no projeto
5. Boa qualidade do material independentemente do preço
6. Tempo mínimo de montagem independentemente do preço
7. Mínima necessidade de futura manutenção independentemente do preço
8. Tempo de montagem mínimo independentemente da qualidade de maquinaria

Com os requisitos importantes ao processo definidos, segue o estudo das necessidades do cliente quanto aos requisitos, transformando os requisitos no questionário *Kano* para se tornar explícito como a empresa projetista deve reagir ao projeto.

4.2 Estudo das Necessidades do Cliente

Foi aplicado o questionário *Kano* ao cliente, com os oito requisitos apresentados anteriormente, obtiveram-se as seguintes classificações apresentadas na tabela 5.1.:

Tabela 4.1: Classificação dos requisitos

	Requisitos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Classificação	A	A	O	N	O	U	U	A

Os dois primeiros requisitos, “*Pré-visualização 3D com pormenorização no layout*” e “*Manutenção pós-venda incluída no orçamento*”, são requisitos classificados pelo cliente como atrativos. Apesar do cliente não esperar a concretização destes requisitos, estes podem gerar uma grande satisfação, criando assim uma maior possibilidade de a empresa projetista voltar a ser contratada para outros projetos. Além disso, a pré-visualização 3D ajuda a equipa de projeto a organizar melhor o trabalho certificando-se de que nenhum fator é esquecido.

Quanto ao terceiro requisito, “*Possível expansão de produção*”, para o cliente é uma obrigação para a empresa projetista contar com o *layout* necessário para uma possível expansão da linha de produção. Caso este requisito não for concedido o cliente pode até não querer de todo o projeto. O mesmo acontece com o requisito “*Boa qualidade do material independentemente do preço*”, para o cliente, uma boa qualidade do material é absolutamente necessário, mesmo que implique ter que despendar um pouco mais de dinheiro para a concretização do projeto.

Quando questionado sobre a possibilidade de incluir parcerias no desenvolvimento / montagem do projeto, o cliente reagiu de forma neutra, o que leva a concluir que a inclusão de parcerias não despoleta qualquer satisfação ou insatisfação.

No que concerne ao sexto requisito classificado como unidimensional, para o cliente é essencial que a montagem do projeto seja executada o mais rápido possível, mesmo que signifique ter que pagar mais por isso. Uma conclusão rápida da obra significa um rápido começo na linha de produção, o que gera mais lucros. Apesar de este requisito ser classificado como unidimensional requer uma especial atenção, pois por norma, os clientes querem ter sempre menos gastos possíveis. Tal como o requisito anteriormente referido, o requisito “*Mínima necessidade de futura manutenção independentemente do preço*” também foi considerado como unidimensional e também requer uma atenção especial. Apesar do cliente desejar uma mínima necessidade de futura manutenção, mesmo que isso signifique ter que pagar mais por isso, não significa que esteja disposto a pagar mais do que considerar justo. Em suma, para além destes requisitos despoletarem insatisfação na não

concretização do requisito, os clientes ficam também insatisfeitos se o preço for demasiado elevado para os concretizar.

Por último, o requisito “*Tempo de montagem mínimo independentemente da qualidade de maquinaria*” é considerado atrativo para o cliente. Por sua vez, um tempo de montagem mínimo significa um aproveitamento mais rápido da nova linha de montagem. Por isso, independentemente de o material ser bem trabalhado ou não, este é um requisito que desencadeia satisfação para o cliente de modo exponencial e não manifesta insatisfação.

4.3 Projeto dos Equipamentos

O objetivo de estudo desta dissertação refere-se ao desenvolvimento do *layout* de uma fábrica de produção alimentar para animais. Deste modo, é fundamental aprofundar todo o conhecimento sobre este processo de produção, analisando os diversos procedimentos pelos quais a matéria-prima é sujeita até se transformar em produto acabado, quais os órgãos de máquinas necessários para executar as tarefas requeridas pelo fabrico e como se transportam no espaço físico do edifício.

4.3.1 Limpeza da Matéria-Prima

A primeira estação destina-se, numa primeira fase, ao descarregamento da matéria-prima de um camião para uma tremonha, que por sua vez descarrega num *redler*. Durante o descarregamento da matéria-prima, com a utilização de filtros de mangas comandados por um ventilador, executa-se a primeira limpeza à matéria-prima. Este processo utiliza válvulas de ar comprimido com o sentido de fazer, autonomamente, a própria limpeza das mangas filtrantes usadas para reter as pequenas partículas indesejáveis transportadas com a matéria-prima (e.g., pó de milho).

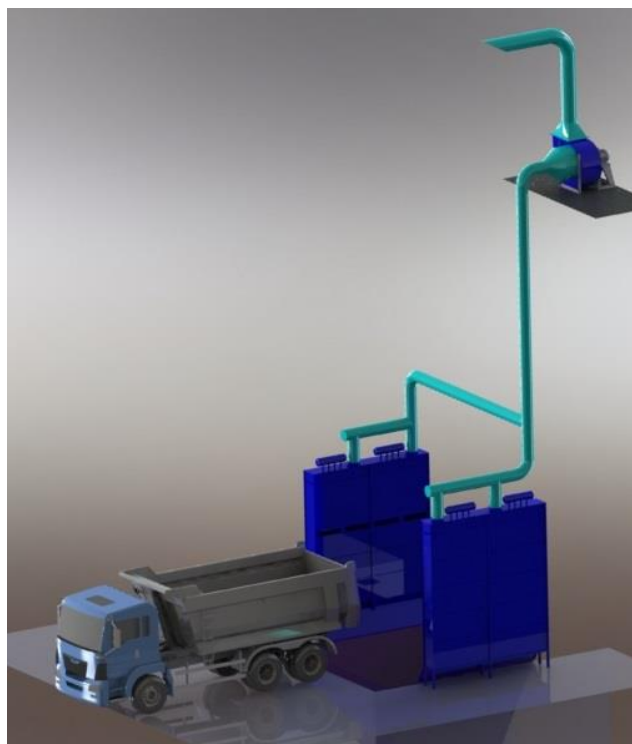


Figura 4.2: Esquema filtros de mangas

Com o auxílio de um *redler*, que recebe a matéria-prima afunilada por uma tremonha, o produto descarregado pelo camião é transportado para um elevador de alcatruzes, que por sua vez eleva o produto até à altura que o próximo processo de limpeza necessita. A segunda e última estação de limpeza consistem na separação de produtos de espessura grossa. Através de um crivo vertical, o produto mais grosso (e.g., pedaços de madeira, pedra) é desviado para *big-bags* e excluído do processo de fabrico. O material que passa por um controlo de qualidade executado pelo crivo sem ser afastado segue para um íman de cascata que procura retirar os metais que possam se encontrar misturados na matéria-prima.

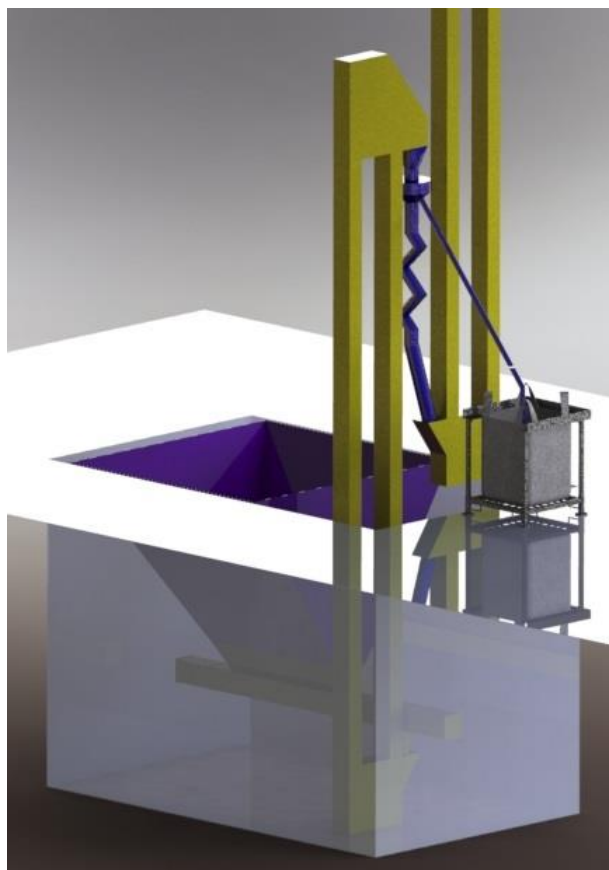


Figura 4.3: Esquema crivo horizontal e ímã de cascata

4.3.2 Pesagem

No seguimento dos processos de limpeza, com a assistência de um elevador de alcatruzes, o produto é elevado até à cota de aproximadamente 36 metros de altura e conduzido para um *redler*. Em ordem a distribuir o produto para os 8 silos com capacidade de 140 m³ e os 10 silos com capacidade de 70 m³, é usada uma série de 5 *redlers*, dos quais 3 são capazes de transportar o produto em dois sentidos usando a placa de descanso das correntes como base de transporte da matéria-prima. Foram instaladas três válvulas de duas vias comandadas pneumaticamente nos *reddlers* de sentido único, com o propósito de alimentar dois silos com apenas uma saída de *reddler*. Estas válvulas são extremamente úteis quando é necessário dividir o produto de uma para duas condutas, com capacidade de escolher qual delas é alimentada.

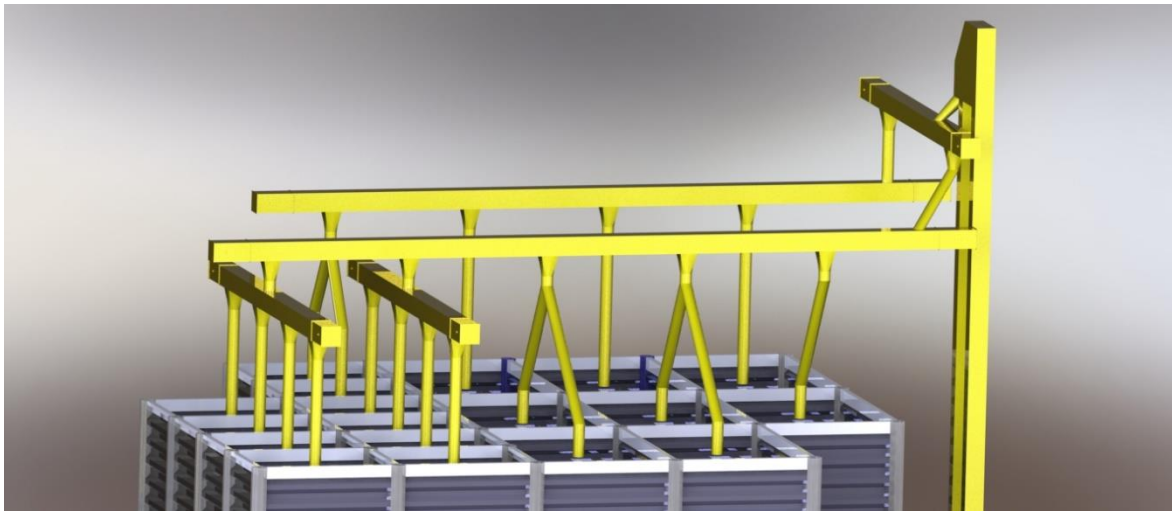


Figura 4.4: Esquema de alimentação dos silos de armazenagem

Dos silos de armazenagem, o produto é separado em duas linhas de produção (linha A e linha B). A linha de produção principal (linha A) destina-se ao descarregamento em camiões de transporte, enquanto na linha secundária (linha B) o produto é direcionada para *big-bags*.

Os 8 silos de maior capacidade destinam-se a alimentar a linha principal através de uma rede de 4 sem-fins, que direcionam o produto descarregado pelos silos para uma balança de capacidade máxima de 10.000 litros. Em paralelo, processa-se a mesma matéria-prima na linha B alimentada em primeira mão por 10 silos de capacidade 70 m³ e direcionada para uma balança com capacidade máxima de 2.200 litros através de um conjunto de 3 sem-fins ligados entre si.

Os 3 sem-fins da linha B e o sem-fim da linha A que descarrega o produto nas respetivas balança trabalham em dois sentidos. Funcionam tal como os sem-fins de um sentido, com a exceção de existir duas placas helicoidais com sentidos opostos. Desta forma, com ambas as chapas helicoidais a deslocar-se angularmente apenas com um sentido, transportam o material em ambos os sentidos.

Ambas as balanças governam-se através de sistemas automáticos medindo, através de células de carga, a quantidade de matéria-prima que segue para a fase seguinte.

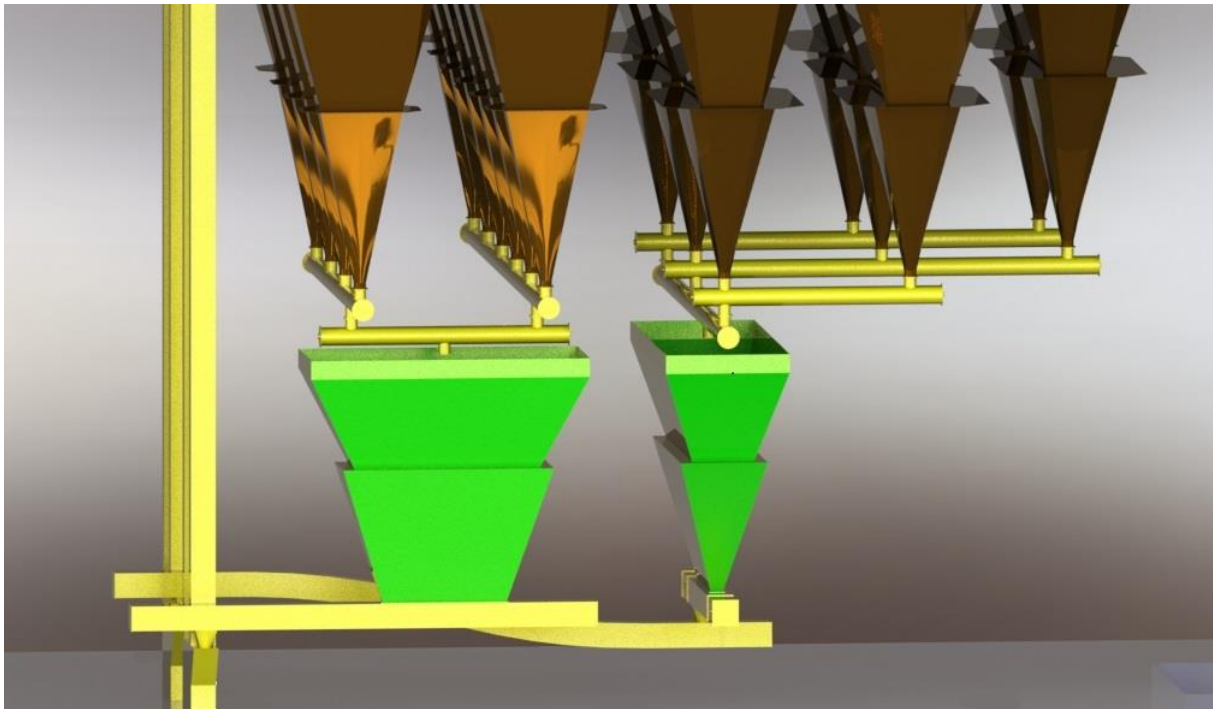


Figura 4.5: Esquema de dosagem da matéria-prima

Após a saída controlada das balanças, o produto é transportados para os respectivos elevadores de alcatruzes com o auxílio de *redlers*. Na linha principal, o *redler* que descarrega no elevador, necessita de uma ligeira curvatura na sua carcaça de modo a ganhar altura suficiente para alimentar a próxima fase do processo.

4.3.3 Fragmentação da Matéria-prima

No seguimento do processo anterior, em ordem a distribuir a matéria-prima, já limpa e dosada, por 4 silos alimentadores da próxima fase do processo são usados dois elevadores com uma válvula de duas vias cada acoplada nas saídas da matéria-prima.

Quando a dosagem de matéria abastece por completo os silos alimentadores, o produto escoar para a respetiva tremonha de cada linha de produção, onde o produto é dividido por uma válvula de duas vias ou uma via respetivamente para a linha de produção A e B. Finalmente, a matéria-prima escoar para os moinhos horizontais, dos quais dois encontram-se na linha principal de produção e um na secundária.

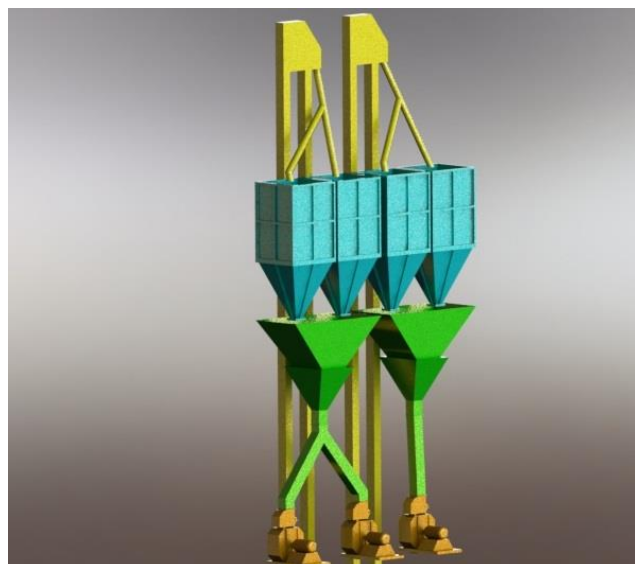


Figura 4.6: Esquema de fragmentação da matéria-prima

Nos moinhos horizontais a matéria entra com um determinado tamanho de grão, e através de processos mecânicos, o grão é reduzido para um diâmetro menor mais desejado.

Com a rotação de martelos acoplados num veio rotativo, por impacto e ação da gravidade, os grãos são deteriorados contra uma matriz até atingirem o diâmetro admissível à próxima fase do processo.

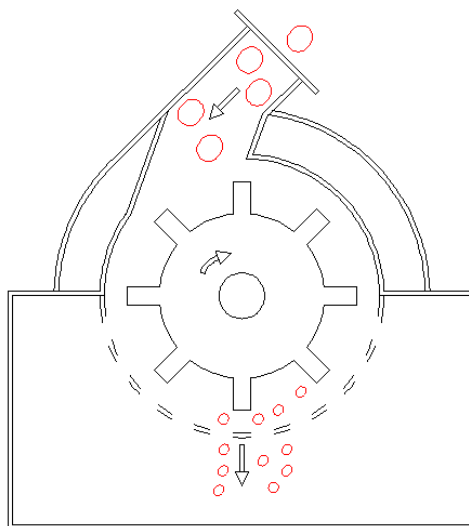


Figura 4.7 – Moinho horizontal de martelos

4.3.4 Introdução da Medicação

Antes de ser misturada com a matéria-prima pulverizada no processo anterior, a medicação é dosada através de balanças equipadas com células de carga, alimentadas previamente pelos silos alimentadores. Na presente secção do processo existem 12 silos alimentadores, de capacidade 2.5

m³, que tem como função alimentar duas balanças inerentes às duas linhas de produção. A balança da linha secundária é alimentada por 3 silos enquanto os restantes nove silos são responsáveis por alimentar a linha principal de produção.

Outros 4 silos, paralelamente instalados, de capacidade 4 m³ alimentam uma balança com outro tipo de aditivo. Esta balança distribui um dos produtos complementares pelas duas linhas por uma válvula de duas vias.

Dois sem-fins recolhem os dois produtos adicionados à matéria-prima, com o objetivo de os transportar para cada uma das misturadoras.

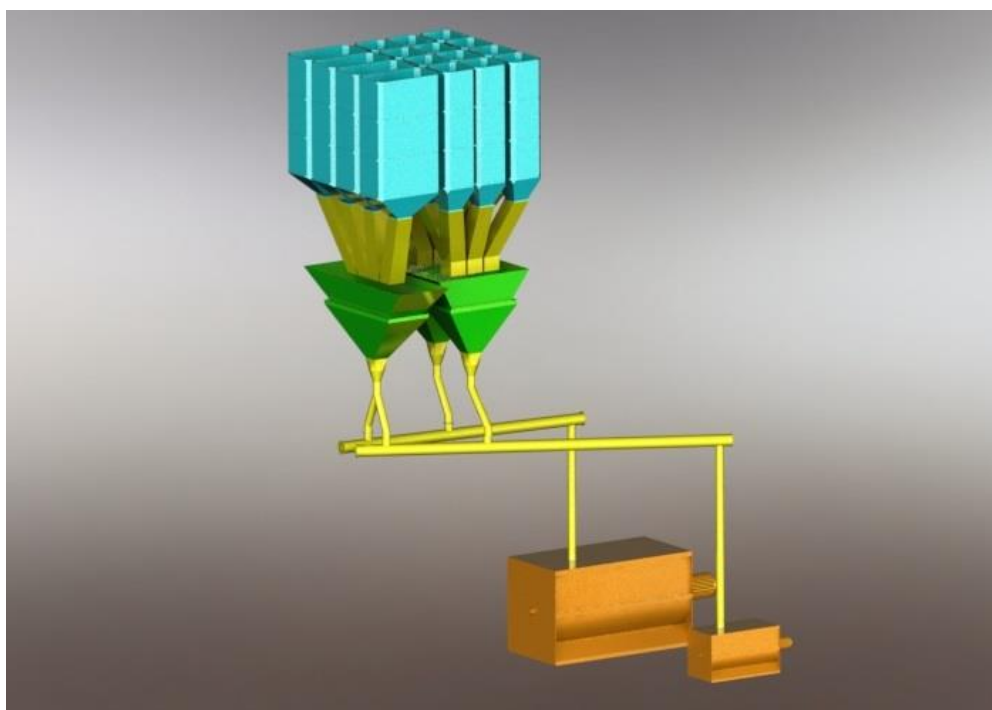


Figura 4.8: Esquema de dosagem do produto adicionado à matéria-prima

Como está representada na figura 5.38., no interior das misturadoras encontram-se, acoplado a um veio acionado por motor, chapas em forma de pá. Com a sua rotação, diferente posição e inclinação, permite a este órgão de máquina misturar os produtos adicionados à receita.

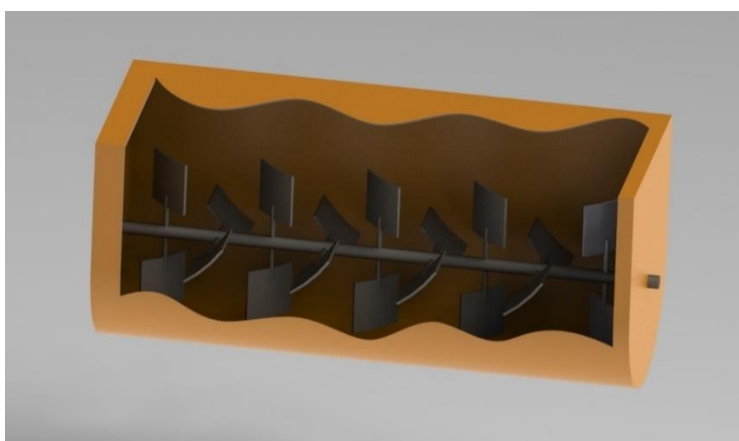


Figura 4.9: Esquema de funcionamento das misturadoras

4.3.5 Granulação

Após a saída das misturadoras, o produto afunila por tremonhas e é conduzido para uma combinação *redler* – elevador de alcatruzes – *redler*, em ordem a ser transportado para o ponto geográfico pretendido das instalações. Para a presente fase da produção, o produto é armazenado em silos de capacidade 42 m³, os quais alimentam as granuladoras. Dos 6 silos de armazenagem, 4 destinam-se à linha principal alimentada através de um *redler* distribuidor.

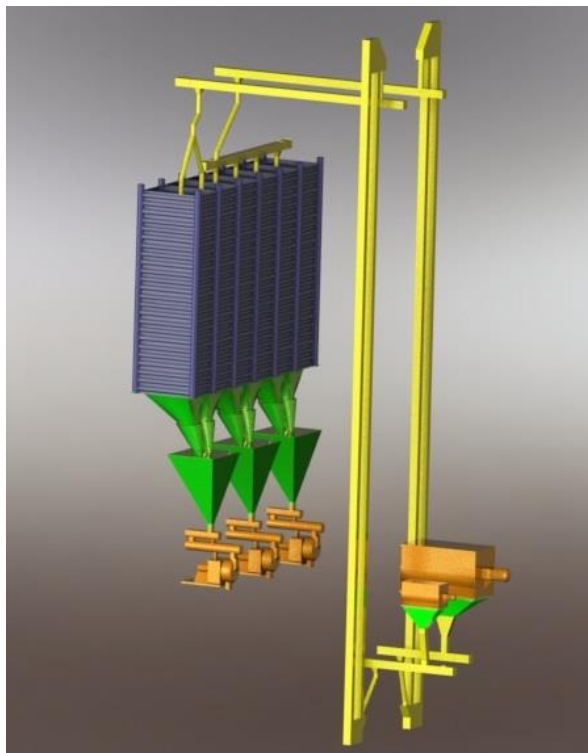


Figura 4.10: Esquema de transporte do produto para os silos alimentadores das granuladoras

As granuladoras são compostas por dois sem-fins e um compartimento condicionador. A alimentação do condicionador é feita pelos sem-fins, que possuem um íman acoplado, que procura banir do processo eventuais metais não desejados, em ordem a não danificar a máquina. Através dos sem-fins, o produto entra uniformemente no compartimento condicionador, onde encontra pás no eixo de rotação, provocando o efeito de misturação. É então adicionado vapor, melaço, entre outros aditivos, juntamente com o processo de misturação. A mistura uniforme, quente, sem grumos e com o grau de humidade adequado está pronta para ser prensada contra uma matriz, que define o tamanho dos grãos.

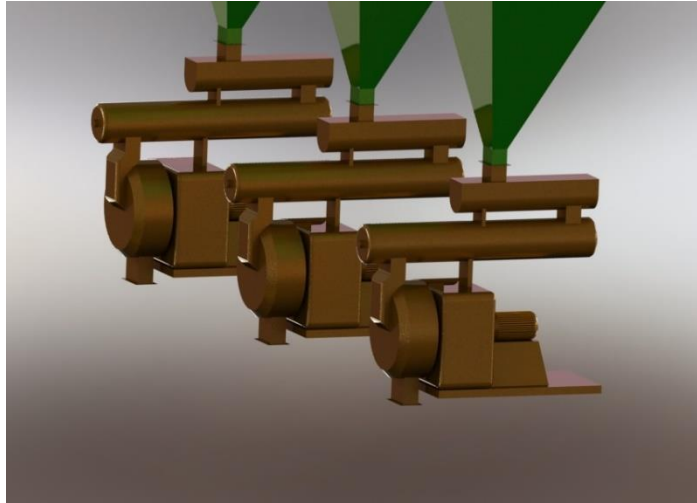


Figura 4.11: Granuladoras em paralelo

4.3.6 Arrefecimento

A mistura de produtos, agora em forma de grão, passam por um processo de arrefecimento acionado por um ventilador. Para incrementar a rigidez do produto saído da granulação, o grão desloca-se num tapete furado, com velocidade reduzida, enquanto o ar puxado pelo ventilador desloca-se constantemente em redor dos grãos. Esta deslocação reduz a temperatura do produto até à temperatura ambiente.

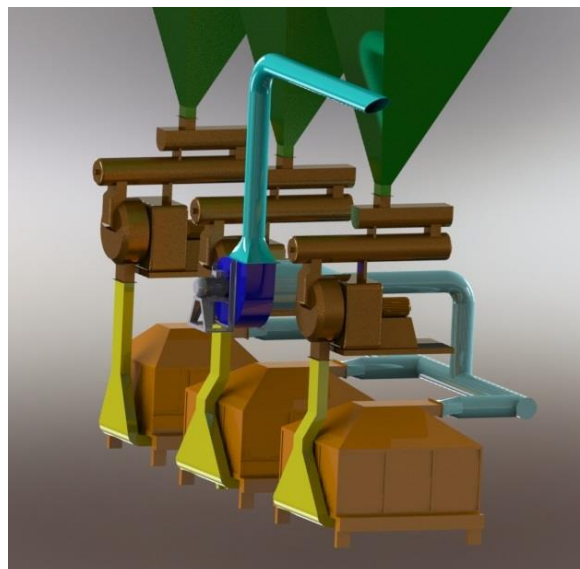


Figura 4.12: Esquema de posicionamento do processo de arrefecimento dos grãos

Ao finalizar o seu percurso nas arrefecedoras, o produto é encaminhado para sem-fins que através do seu sistema helicoidal transportam o produto para os respetivos elevadores de alcatruzes.

4.3.7 Exclusão de Produto

Após o arrefecimento, o produto passa por um processo de exclusão de grãos defeituosos através de um crivo horizontal alimentado por elevadores de alcatruzes. O crivo completa o seu processo com a vibração de uma peneira, que envia os grãos completos para a próxima fase e os defeituosos ou produto ainda em pó de volta para a tremonha que alimenta a granulação.

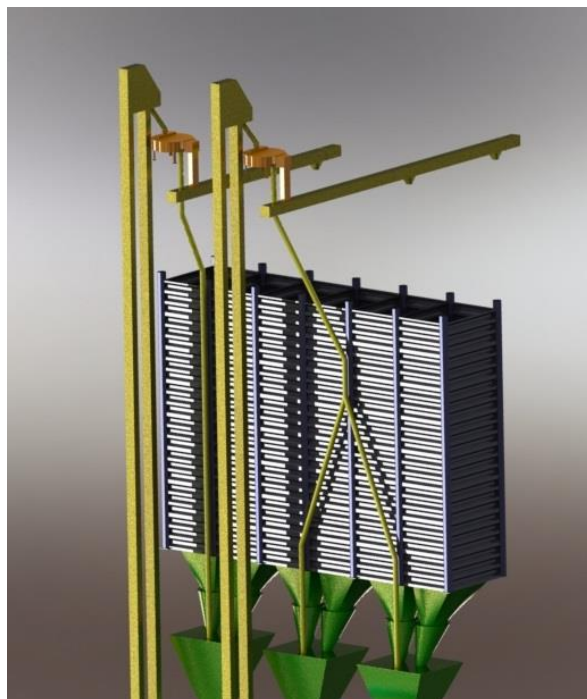


Figura 4.13: Esquema de exclusão dos grãos danificados

4.3.8 Descarregamento do Produto Final

Com a receita final concluída, a ração, pronta para ser consumida pelos animais é armazenada em silos. A linha principal é constituída por 12 silos com capacidade máxima de 65m^3 cada um. Estes silos alimentam camiões prontos que levam as rações para os clientes. A segunda linha possui apenas um silo de armazenagem com 22 m^3 de capacidade máxima. A linha secundária serve apenas para alimentar *bib-bags*.

Para finalizar o processo de produção da ração para animais, o produto pronto para ser entregue aos clientes é armazenado em silos que alimentam camiões e *big-bags*. Para o produto ter acesso a todos os silos de armazenagem, são usadas válvulas revolver para distribuir o produto por quatro saídas. Estas válvulas são usadas normalmente quando existe oportunidade de encaminhar o produto para mais de duas saídas possíveis.



Figura 4.14: Esquema de alimentação dos silos de produto final

A linha principal dispõe de 12 silos com capacidade de 65 m^3 onde são alimentados camiões transportadores de ração para os clientes. A linha secundária dispõe de 4 silos, com a mesma capacidade da linha A, e servem apenas para alimentar *big-bags*.



Figura 4.15: Esquema de descarregamento do produto final

4.4 Escolha do *Layout*

Posteriormente à explicação do processo de produção do produto, segue-se a escolha do *layout* dos órgãos de máquinas. Este tipo de produção alimentar para animais, necessita de uma organização de máquinas em série, devido aos diferentes tipos de processos na ordem correta a que está sujeito. No entanto, as especificações do cliente obrigam a existir duas produções em série, paralelas uma à outra.

Para uma melhor compreensão da escolha da disposição dos órgãos de máquinas na estrutura fabril, o esquema de *layout* foi dividido em 12 secções, onde a primeira metade tem um alinhamento da vista de topo e os restantes da vista segundo o seu comprimento, como está representada nas duas figuras que se seguem.

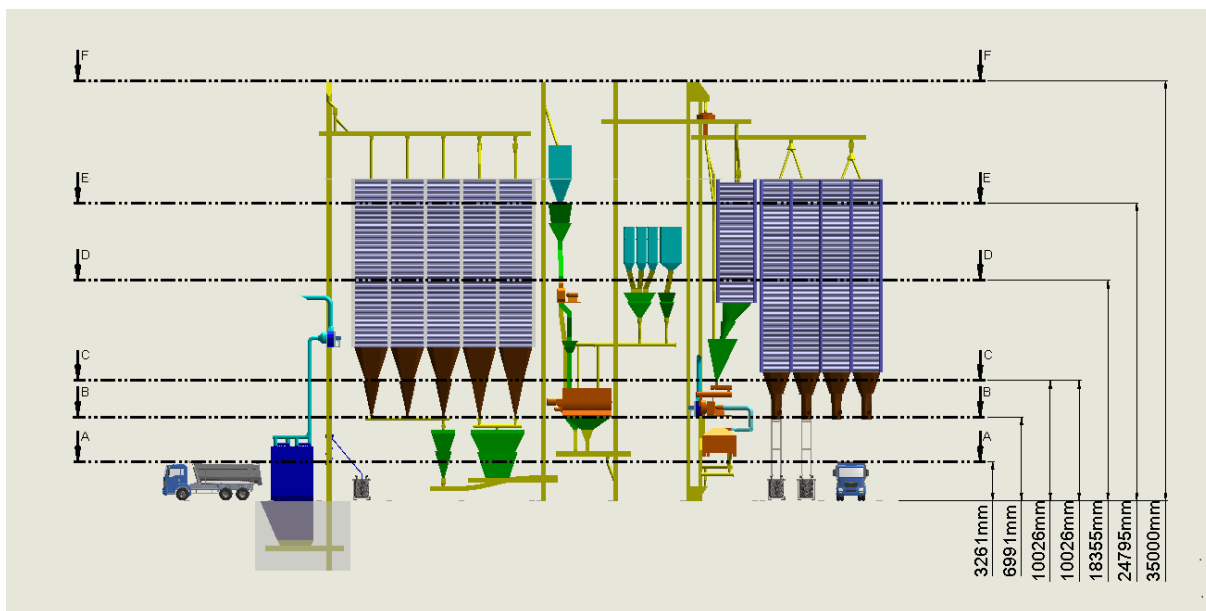


Figura 4.16: Vista de frente

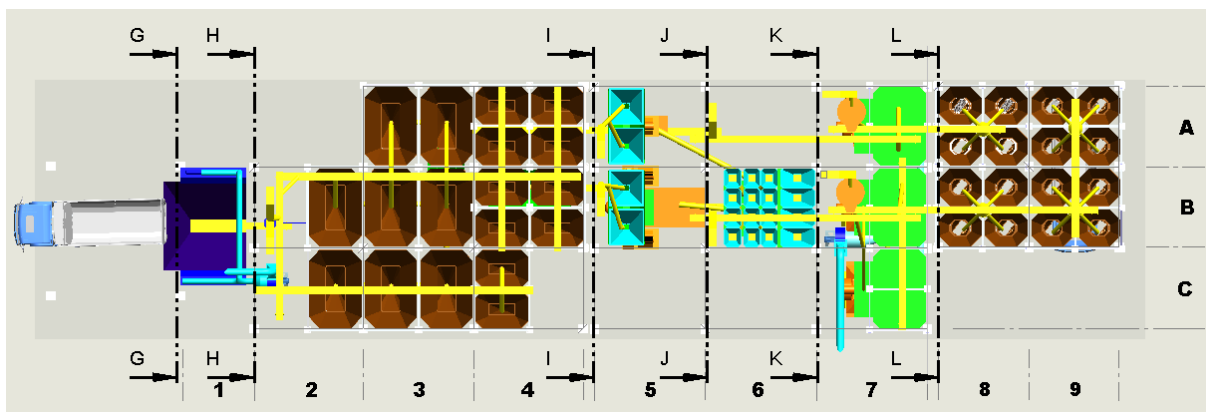


Figura 4.17: Vista de cima

Para uma melhor organização, o edifício fabril está dividido em quatro secções. Das quais na divisão 1 encontra-se o descarregamento da matéria-prima; as divisões 2,3 e 4 pertencem ao doseamento da matéria-prima; nas divisões 5,6 e 7 encontra-se a fase de processo; e finalmente nas divisões 8 e 9 existe o descarregamento do produto final. A vista de topo é dividida nas duas dimensões que representam a vista de topo, deste modo, e através de um prévio conhecimento das dimensões máximas que a estrutura fabril poderiam atingir, as colunas estão divididas com uma largura de 4400 mm, denominando as divisões por A, B e C. Por outro lado, as divisões de 2 a 7 têm um comprimento de 6000 mm e as divisões 8 e 9 de 5000 mm.

A divisão relativa ao descarregamento da matéria-prima (divisão *I*), contém um sistema de despoeiramento composto por quatro armários equipados com filtros de mangas, acionados através de um ventilador. Este sistema de limpeza é posicionado estrategicamente junto à tremonha de descarregamento, num tegão fechado, de modo que a força de ventilação consiga recolher as partículas com a ajuda das mangas dos filtros, e deste modo, remover as impurezas que se alastrariam para o meio ambiente. Acoplado aos armários, estão condutas transportadoras de ar, comandadas por um ventilador, que se encontra instalado aproximadamente nove metros acima dos filtros de mangas, no interior das instalações, nomeadamente na secção de doseamento. Após a primeira limpeza do produto, e com o objetivo de transportar a matéria-prima até à fase seguinte, é instalado um *redler* (*Redler 1*) com um comprimento suficiente para recolher a matéria-prima acumulada na tremonha de descarga até um elevador de alcatruzes (Figura B.1).

Na estação de doseamento da matéria-prima, mais concretamente nos primeiros três metros da coluna 2 da secção B-B, encontram-se instalados dois elevadores de alcatruzes lado a lado, com mais dois processos de limpeza entre estes. O *Elevador 1* (E1) recolhe o produto transportado pelo *Redler 1* (R1) e eleva este a uma altura suficiente onde é possível instalar o crivo horizontal, o íman de cascata e de seguida entregar o produto ao *Elevador 2* (E2). Esta máquina, por sua vez, tem como tarefa transportar o produto limpo em altura suficiente para a distribuição nos silos (Secção G-G, Figura B.7).

Como mostra a secção F-F (Figura B.6), na sequência da elevação do produto efetuada pelo E2, e em ordem a distribuir o produto pelos silos de armazenagem, o elevador descarrega a matéria-prima no *Redler 2* (R2), responsável por dividir o produto fornecido por dois *redlers*, *Redler 3* (R3) e *Redler 4* (R4), usufruindo da capacidade de transportar a matéria-prima nos dois sentidos. O R3 é responsável por alimentar os cinco silos pertencentes à linha C, situados em C-2, C-3 e os dois silos menos volumosos nos primeiros 3 metros da posição C-4. O R4 tem como função fornecer matéria-prima a cinco silos com uma área de superfície de 3 x 4,4 metros, situados em B-2, B-3 e A-3; e oito silos com metade da capacidade situados em A-4 e B-4. Não obstante, para alimentar os silos com menor capacidade, o R4 tem dois *redlers* como auxílio, os quais estão centrados com o silo.

Quando um *redler* tem de alimentar vários pontos diferentes ao longo do seu comprimento, são usadas raseiras pneumáticas nas suas saídas, de modo a abrir ou fechar, consoante for necessário. Caso uma saída for capaz de alimentar dois pontos, como é o caso da posição C-4, são usadas válvulas de duas vias, acionadas pneumaticamente, capazes de seleccionar qual a conduta por onde descarregar a matéria-prima.

Para fazer o transporte da matéria-prima armazenada nos silos até às balanças responsáveis pela dosagem da matéria-prima, foram instalados estrategicamente sem-fins nas saídas dos silos. Como mostra a secção B-B (Figura B.2), os sem-fins 1, 2 e 3 (SF1, SF2 E SF3) são responsáveis por recolher o produto dos silos com maior capacidade. O SF1 está posicionado segundo a linha C, o SF2 segundo a linha B e o SF3 segundo a linha A, transportando assim o produto para o SF4 responsável por conduzir em sentidos opostos para a *Balança 1* (B1) posicionada nas células A,B-3. Em relação aos silos com menor capacidade, estão posicionados dois sem-fins dispostos segundo a largura da estrutura fabril, recolhendo o produto paralelo um ao outro. O *Sem-fim 5* (SF5) está alinhado com as saídas de seis dos dez silos e o *Sem-fim 6* (SF6) alinhado com os restantes, descarregando para o *Sem-fim 7* (SF7), alinhado com a *Balança 2* (B2) que está montada na posição A-4.

Terminando a fase de doseamento da matéria-prima, é necessário transportar esta para a fase seguinte. Em ordem a concretizar esta tarefa, com uma combinação *redler*-elevador de alcatruzes, o produto é dirigido para o topo da divisão do processo. O *Redler 7* (R7) está centrado com a balança B1 e segundo a mesma direção, transportando com as suas características para o *Redler 9* (R9). Este encontra-se perpendicular ao seu *redler* alimentador para ter a capacidade de transportar para a posição pretendida. Uma vez que a sua altura não permite a entrega linear no elevador de alcatruzes, o R9 tem como característica uma ligeira curva na sua carcaça, entregando a matéria-prima linearmente no *Elevador 3* (E3). A B2 descarrega o produto doseado no *redler* denominado *Redler 8* (R8), posicionado na célula A-4, que vai alimentar o *Elevador 4* (E4) que por sua vez, alimenta a linha de produção secundária do processo seguinte.

Como está representado na Secção F-F (Figura B.6), os elevadores de alcatruzes 3 e 4 (E3 e E4) descarregam o produto transportado em silos alimentadores do processo. Cada elevador é responsável por abastecer dois silos, dos quais seleciona qual é alimentado através de uma válvula de duas vias.

No seguimento do processo de alimentação do setor de produção, foram instaladas duas tremonhas a recolher o produto proveniente dos silos alimentadores. A tremonha da linha de produção principal está posicionada na célula B-5 e na célula A-5 encontra-se a tremonha que opera na linha secundária, como está representado na secção E-E (Figura B.5).

Na secção D-D (Figura B.4) está representado o posicionamento dos três moinhos pertencentes ao processo de produção, dos quais, *Moinho Horizontal 1* (MH1) e *Moinho Horizontal 2* (MH2) fazem parte da linha principal, estão posicionados na célula B-5 e são alimentados pela tremonha da linha principal de produção, selecionando qual deles é abastecido com uma válvula de

duas vias. Por outro lado, posicionado na célula A-5, está o *Moinho Horizontal 3* (MH3) alimentado pela tremonha da linha secundária por meio de uma conduta.

Posicionados na célula B-6, como mostra a secção E-E (Figura B.5), a uma altura de aproximadamente 22700 mm do chão das instalações, encontram-se dezasseis silos alimentadores de produtos de adição à matéria-prima, dos quais doze têm metade da capacidade dos restantes quatro. Os silos descarregam para balanças doseadoras do aditivo, das quais duas delas estão orientadas segundo os silos com menor capacidade e outra segundo os restantes quatro silos. Após o doseamento dos aditivos nas balanças, o produto dirige-se para as respetivas misturadoras com o auxílio de sem-fins. O *Sem-fim 8* (SF8), pertencente à linha de produção principal, recolhe os produtos da *Balança 3 e 5* (B3 e B5) em ordem a descarregar na misturadora com maior capacidade, posicionada na célula B-5 a uma altura de aproximadamente 7000 mm do chão da estrutura fabril. Na linha paralela à principal, com a mesma sequência de processos, o *Sem-fim 9* (SF9) transporta os aditivos das balanças 4 e 5 (B4 e B5) para a *Misturadora 2* (M2) que está posicionada à mesma altura da *Misturadora 1* (M1) mas na célula A-5.

Assim que as misturadoras cessem o processo de mistura da matéria-prima proveniente dos moinhos horizontais, com os produtos de adição oriundo do processo anteriormente descrito, a mistura é descarregada com o auxílio de uma tremonha para as respetivas máquinas de transporte de produtos a granel. Na linha principal de produção, no seguimento da tremonha associada à M1, está instalado o *Redler 10* (R10) alinhado segundo a linha B e entrega o produto no *Elevador 5* (E5), que se encontra junto aos silos alimentadores dos produtos de adição, na célula B-6. Do mesmo modo funciona a linha de produção secundária, com os órgãos de máquinas posicionados na linha A.

O de processo produção seguinte trata-se de transformar a mistura dos produtos em grãos por meio de granuladoras, para isso, é necessário a instalação de silos alimentadores das granuladoras. Na coluna 7 encontram-se seis silos que completam toda a largura da estrutura, dos quais os dois estão inerentes à linha secundária de produção encontram-se na célula A-7, como se pode verificar na secção D-D (Figura B.4). Com o objetivo de transportar o produto para os silos antes referidos, foi instalado um *redler* com cerca de 12000 mm de comprimento na linha A, como se pode verificar na secção F-F (Figura B.6), a uma altura de aproximadamente 31300 mm. No seguimento do transporte do produto pelo *Elevador 6* (E6), o *Redler 13* (R13) transporta linearmente o produto para a célula A-7 onde com a ajuda de uma válvula de duas vias, seleciona o silo que pretende alimentar. Paralelamente ao processo de transporte de produto anterior, na linha B à mesma altura, nas mesmas colunas e com as mesmas dimensões do R13 encontra-se o *Redler 12* (R12), que tal como o anterior, tem como objetivo alimentar os silos a seu cargo. Uma vez que o R12 é

responsável por alimentar quatro silos dispostos segundo a largura da estrutura fabril, necessita de auxílio de outro *redler* para distribuir o produto. O *Redler 14* (R14) está posicionado perpendicularmente ao seu alimentador e com as saídas de produto centradas com os quatro silos, os quais é responsável por alimentar.

Como foi referido anteriormente, os presentes silos destinam-se à alimentação de três granuladoras, cada uma centrada na respetiva célula, A-7, B-7 e C-7. Ao premir a mistura de produto contra uma matriz, as granuladoras formam grãos de ração com o tamanho pretendido pelo cliente. Os grãos, já formados dirigem-se para uma máquina denominada por arrefecedora, através de uma condução de transporte de material por força da gravidade.

Para cada granuladora existente na estrutura fabril, existe uma arrefecedora com o mesmo alinhamento na estrutura e com uma diferença de altura de aproximadamente 4000 mm. Os grãos são refrescados nas arrefecedoras através de ventilação forçada, enquanto se dirigem a uma velocidade lenta, fornecida por um tapete esburacado, para sem-fins posicionados nas saídas. A ventilação é fornecida por o *Ventilador 2* (V2) que se encontra à mesma altura e entre as duas granuladoras (G1 e G2) inerentes à linha de produção principal, que transfere o ar existente de baixo do tapete onde se deslocam os grãos para o exterior da fábrica.

Como já foi referido, no seguimento do arrefecimento, os grãos seguem para os respetivos elevadores de alcatruzes através de um ou uma combinação de sem-fins. No caso da linha de produção principal, o *Sem-fim 10* (SF10) recolhe os grãos arrefecidos pelas *Arrefecedoras 1* e 2 (A1 e A2) e devolve ao *Sem-fim 11* (SF11) que por sua vez entrega ao *Elevador 7* (E7) posicionado no canto superior esquerdo da célula B-7. Quanto à linha de produção secundária, é necessário apenas o *Sem-fim 12* (SF12) para fazer o transporte da *Arrefecedora 3* (A3) para o último elevador de alcatruzes do processo de produção, *Elevador 8* (E8).

Por fim, o produto passa por um processo de qualidade administrado por um crivo horizontal, que através de vibrações de uma peneira, escolhe quais os grãos com diâmetro aceitável e quais os que têm de passar outra vez pelo processo de granulação. Desta forma, os grãos com as dimensões corretas seguem para um *redler* para serem distribuídos pelos silos de descarga, enquanto os grãos defeituosos são dirigidos para as tremonhas alimentadoras das granuladoras. Os *Crivos 2 e 3* (T2 e T3) encontram-se junto aos elevadores de alcatruzes inerentes a cada linha de produção, nas células A-7 e B-7.

Na linha secundária, existem quatro silos que descarregam o produto terminado para *big-bags*. Em ordem a alimentar estes silos, está instalado o *Redler 16* (R16) cujo objetivo é transportar o produto do processo de qualidade para o centro da célula A-8, onde se encontram os quatro silos. Com o auxílio de uma válvula revólver de quatro saídas, o produto final é dirigido para um dos quatro silos em questão. Quanto à linha principal, responsável pela alimentação dos doze silos que se dedicam ao enchimento de camiões de transporte de produto granulado, são necessários dois *redlers*,

Redler 15 (R15) e *Redler 17* (R17), com duas saídas de produto cada. O R15, transporta o produto do crivo para a primeira saída situada no centro da célula *B-8*, onde o espera uma válvula revólver de quatro vias responsável por alimentar quatro silos, instalados no seu alinhamento, e para a segunda saída situada no centro da célula *B-9*, onde se encontra a entrada de produto do segundo *redler* e por sua vez a primeira saída deste, com uma válvula revólver de quatro saídas. Por último, o R17 tem como último destino de produto o centro da célula *A-9* que, como todas as outras saídas desta fase do processo, tem igualmente uma válvula revólver a distribuir pelos quatro silos existentes na célula.

5 Conclusões e Trabalhos Futuros

A presente dissertação derivou de um estágio curricular em articulação com a Faculdade de Ciências e Tecnologias – Universidade Nova de Lisboa na empresa MIME – Manutenção Industrial, Montagens e Engenharia. Com efeito, o estudo refere-se à melhoria das atividades de projeto, no qual o caso de estudo faz parte dos projetos abordados pela empresa.

No segundo capítulo apresenta-se a revisão da literatura considerada relevante. Nesta revisão foi apresentado o modelo *Kano* para o estudo da satisfação de clientes, expondo um exemplo de estudo para uma melhor compreensão. Assim com a metodologia QFD para estabelecimento de requisitos e parâmetros do projeto, esquemas de possíveis *layouts* da organização dos órgãos de máquinas na estrutura fabril, e por fim, desenvolvimento de orçamento e controlo de custos durante o projeto.

Nos capítulos seguintes realizou-se a análise das atividades de projeto atuais que a empresa pratica e posteriormente foram propostas melhorias nessas mesmas atividades. Uma vez que a empresa alvo é uma microempresa sem recursos para fazer avaliações de satisfação de clientes, o presente estudo fomenta esse crescimento, criando um estudo exemplo de um projeto geral das suas atividades. Através de formulários adaptados do modelo *Kano*, foi possível averiguar a classificação dos requisitos do projeto segundo os clientes. Alcançando assim um estudo sobre a variação da satisfação média dos clientes em função do desempenho de cada um dos requisitos. Apesar de os questionários envolverem uma baixa população, os resultados da classificação dos requisitos foram os esperados. Desta forma, pode-se considerar este estudo válido para uma generalidade dos clientes da empresa MIME, objetivando os requisitos prioritários a serem melhorados. Apesar de abranger uma generalidade dos clientes, o presente estudo de satisfação de clientes tem como limitação as prioridades de cada cliente especificamente. Nenhum cliente é igual ao anterior, por isso os requisitos prioritários de uns podem ser supérfluos para outros. Depende da área de negócio onde os clientes estão inseridos, do tipo de capital disponível para investir, se a empresa está em expansão ou em contenção de custos (e.g. para uma empresa de produção de alimentos é essencial que os órgãos de máquinas sejam fabricados em aço inoxidável, enquanto que para uma empresa de fabrico de moldes a questão o tipo de material em que a máquina é fabricada não é tão importante).

No seguimento do estudo de satisfação de clientes, procedeu-se à criação da Casa da Qualidade, onde foi possível relacionar os requisitos do projeto (criados pelo cliente) com as características técnicas (criadas pelo engenheiro responsável pela qualidade do projeto), onde se verifica quais as características técnicas que afetam diretamente os requisitos, e por sua vez a satisfação geral dos clientes. Numa segunda fase de construção desta ferramenta, estudou-se os possíveis conflitos entre características técnicas, realçando a quarta característica, “*Preço*” e a nona,

“Necessidade de futura manutenção”. Não é surpreendente que a característica referente ao preço do produto esteja ligadas com tantas outras características, aumentar uma valência do projeto obriga a despende de mais recursos monetários. O que implica um aumento do preço do produto. Quanto à nona característica, não era esperado que estivesse conectada com tantas características técnicas como o preço.

Numa última fase, procedeu-se a uma avaliação dos requisitos prioritários a serem aperfeiçoados, com base numa ponderação que considera vários fatores apresentados nesta ferramenta. Os requisitos selecionados como prioritários a serem aperfeiçoados, têm não só a percentagem de ponderação mais elevada mas também uma classificação prioritária segundo o cliente, segundo a regra: Obrigatório > Unidimensional > Atrativo > Neutro. Segundo estes fatores, os requisitos prioritários ao aperfeiçoamento, conforme está representado no capítulo 4.2.3., são os requisitos 8 *“Canal de comunicação”*, 1 *“Rápida proposta de orçamento”*, 5 *“Qualidade vs Preço”* e por fim o requisito 10 *“Abertura relativamente a outras soluções”*.

No capítulo cinco é abordado um caso de estudo que se trata de uma proposta de projeto de construção de uma fábrica de produção alimentar para animais. Iniciou-se a abordagem deste caso de estudo com a definição e organização dos processos pelos quais a matéria-prima passa até se tornar o produto final, com as características requeridas pelo cliente. Além do cliente definir os processos pelos quais o produto passa, é necessário elucidar quantas linhas de produção necessita, tal como a sua respetiva cadência, e com o auxílio da equipa projetista, são definidas as dimensões das novas instalações. Numa fase posterior a equipa responsável pelo projeto define quais os requisitos mais importantes ao projeto e executa um estudo de satisfação ao cliente, aplicando um questionário *Kano*. É de salientar os requisitos *“Tempo mínimo de montagem independentemente do preço”* e *“Mínima necessidade de futura manutenção independentemente do preço”*, ambos classificados como unidimensionais, o que significa que o cliente procura “a todo o custo” um tempo mínimo de montagem e uma mínima necessidade de futura manutenção. Não obstante, esta classificação não relata com clareza a vontade do cliente. Sem qualquer dúvida, o cliente pretende que os requisitos tenham um bom desempenho, no entanto, está apenas disposto a pagar o que achar justo.

No seguimento do processo anterior, a equipa projetista define a quantidade, o tipo e a ordem de disposição dos órgãos de máquinas entre outros equipamentos no ambiente fabril. Esta organização na estrutura fabril e explicação dos processos que a matéria-prima sofre, é aprovada pelo cliente e possivelmente sujeita a alterações, caso seja necessário, para prosseguir à estruturação do *layout*. Nesta fase, é projetado a posição exata dos equipamentos, dispostos por uma organização em série em cada uma das linhas de produção. A definição do *layout* é um estudo minucioso, onde se tem de estudar todos os pormenores relativamente ao posicionamento dos equipamentos pertencentes à produção, tal como todas as condutas condutoras de produto e de ventilação.

Como trabalho futuro, seria interessante a aplicação de um gerador automático de orçamento de alguns órgãos de máquinas mais comuns construídos pela empresa projetista. Nomeadamente, sem-fins, elevadores de alcatruzes e *redlers*, com a introdução do comprimento, cadência de transporte e o tipo de material a transportar, é possível fornecer uma estimativa de preço aproximada com a realidade. Este gerador automático de orçamento visa uma redução em grande escala no tempo de orçamentação do projeto. Além disso, a implementação do questionário *Kano* antes da construção do projeto, de modo a decifrar mais facilmente as intenções do cliente, os seus gostos e as suas prioridades, de modo a incrementar a sua satisfação pelo trabalho desenvolvido pela empresa projetista. Por último, seria de interesse a implementação de orçamentos em forma de cronograma, com o objetivo de fazer um melhor controlo de custos durante a fase de construção do projeto.

Referências

- [1] Q. Meng, X. Jiang, L. He e X. Guo, “Integrating Fuzzy Theory into Kano Model for Classification of Service Quality Elements: A Case Study of MACHINERY Industry in China,” *Journal of Industrial Engineering And Management*, pp. 1661-1675, 2015.
- [2] B. Bilgili, A. Ercis e S. Ünal, “Kano model application in new product development and customer satisfaction (adaptation of traditional art of tile making jewelries),” *Procedia social and behavioral sciences*, vol. 24, pp. 829-846, 2011.
- [3] K. Matzler e H. H. Hinterhuber, “How to make product development projects more successful bay integrating kano's model of customer satisfaction into quality function deployment,” *Technovation*, vol. 18, nº 1, pp. 25-38, 1998.
- [4] C. Roos, S. Sartori e L. P. Godoy, “Modelo de Kano para a Identificação de Atributos Capazes de Superar as Expectativas do Cliente,” *Revista de Produção*, vol. IX, nº III, p. 15, 2009.
- [5] F. B. K. M. H. H. Elmar Sauerwein, “The kano model: How to delight your customers,” em *Preprints Volume I of the IX International Working Seminar on Production Economics*, Innsbruck/Igls/Austria, 1996.
- [6] A. Griffin e J. R. Hauser, “The voice of the customer,” *Marketing Science*, vol. 12, nº 1, p. 27, 1993.
- [7] V. Bouchereau e H. Rowlands, “Methods and techniques to help quality function deployment (QFD),” *An International Journal*, vol. 7, nº 1, pp. 8-19, 2000.
- [8] Q. Yang, S. Yang, Y. Qian e A. Kraslawski, “Application of house of quality in evaluation of low rank coal pyrolysis polygeneration technologies,” *Energy Conversion and Management*, vol. 99, pp. 231-241, 2015.
- [9] S. A. Kumar e N. Suresh, “Production and Operations Management,” New Age International Publishers, 2008, pp. 22-64.
- [10] A. E. Auler, L. L. Roehrig e V. C. Fries, “Estudo de Layout em Industria de Metal Mecânica”.
- [11] S. Benjaafar e M. Sheikhzadeh, “Design of Flexible Plant Layouts,” *IIE Transactions*, 1997.

- [12] S. Benjaafar, S. S. Heragu e S. A. Irani, "Next Generation Factory Layouts: Research Challenges and Recent Progress," *Interfaces*, vol. 32, n° 6, pp. 58-76, 2002.
- [13] S. Zaime e M. Sevkli, "The Methodology og Quality Function Deployment with Crisp and Fuzzy Approaches and an Application in the Turkish Shampoo Industry," *Economic and Social Research*, vol. 4, n° 1, pp. 27-53.
- [14] A. Bakhtiar, A. Hannan, A. Basit e J. Ahmad, "Prioritization of Value Based Services of Software by using AHP and Fuzzy Kano Model," 2015.
- [15] D. Rogers e F. A. Salustri, "A Quality Function Deployment Method Pattern Language for Efficient Design," em *International Conference on Engineering Design, ICED'09*, Stanford, CA, USA, 2009.
- [16] S. Curcic e S. Milunovic, "Product Development Using Quality Function Deployment (QFD)," *International Journal for Quality Research*, vol. I, n° III, p. 5, 2007.
- [17] G. H. Lee e A. Kusiak, "The House of Quality for Design Rule Priority," *Advanced Manufacturing Technology*, vol. 17, n° 4, pp. 288-296, 2001.

Anexos

Anexo A

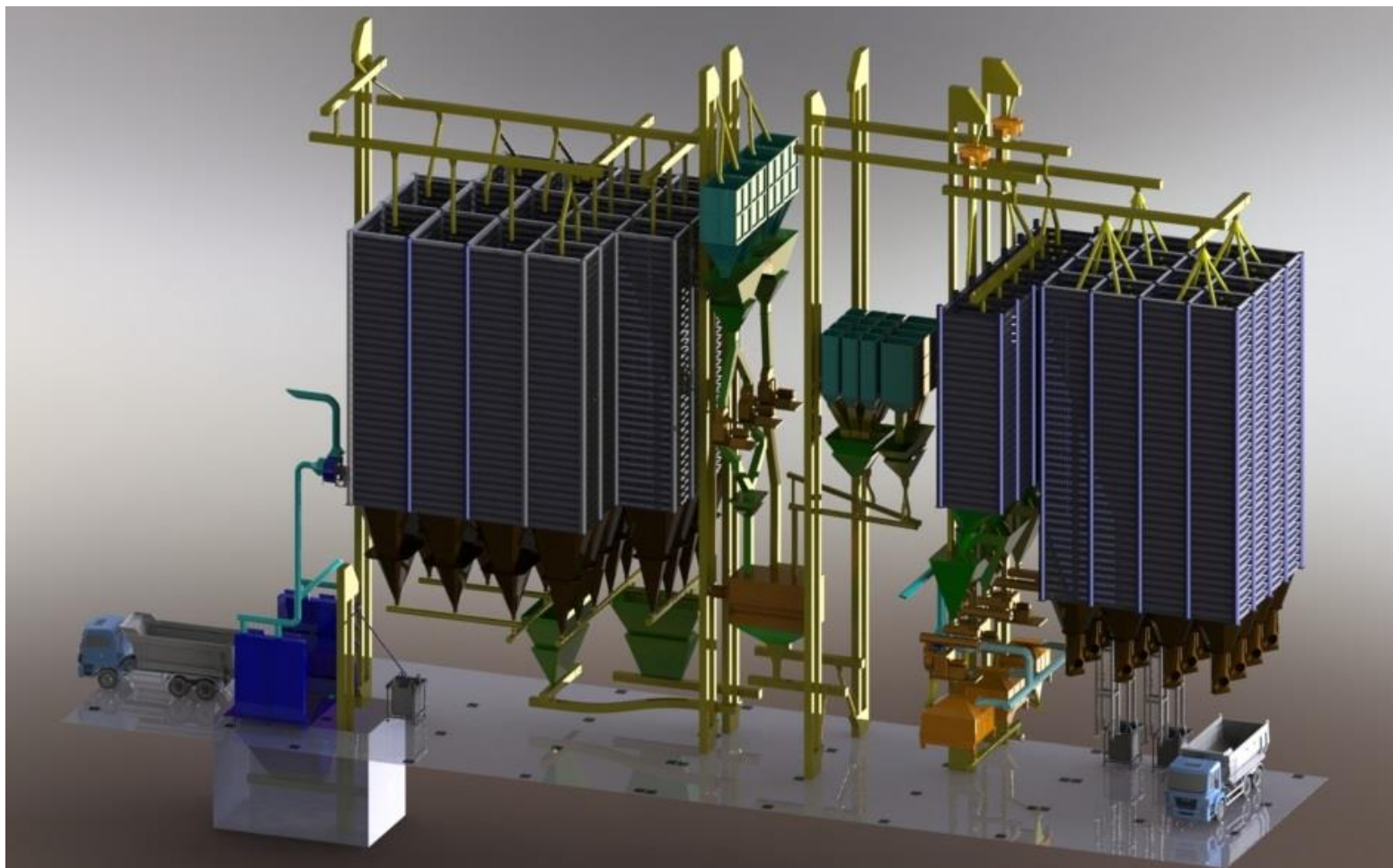


Figura A.1: Vista dimétrica da organização dos órgãos de máquinas

Anexo B

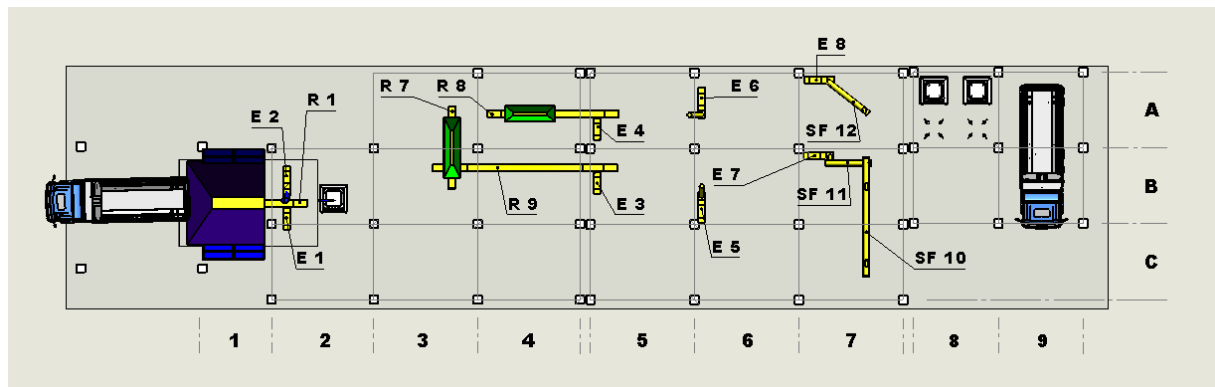


Figura B.1: Secção A-A

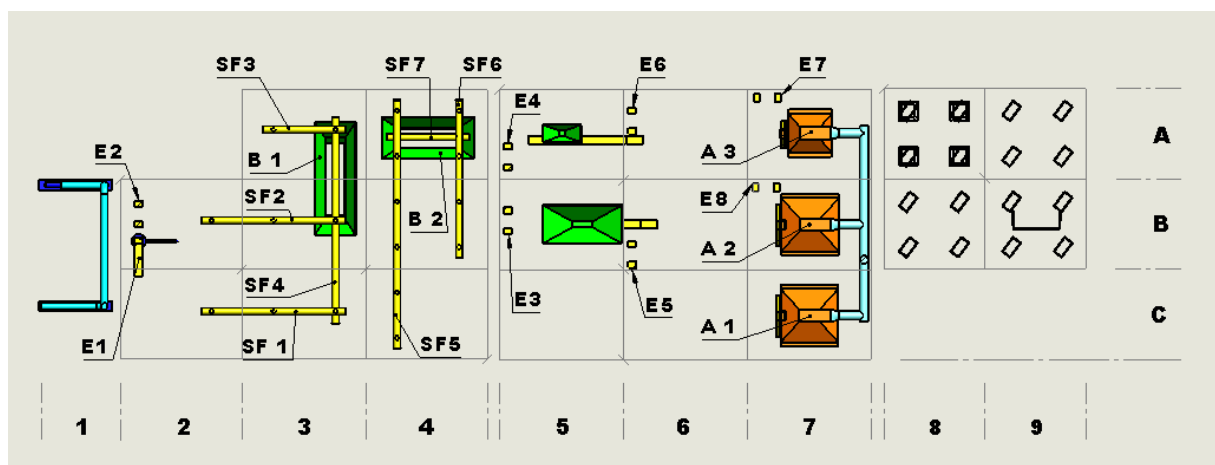


Figura B.2: Secção B-B

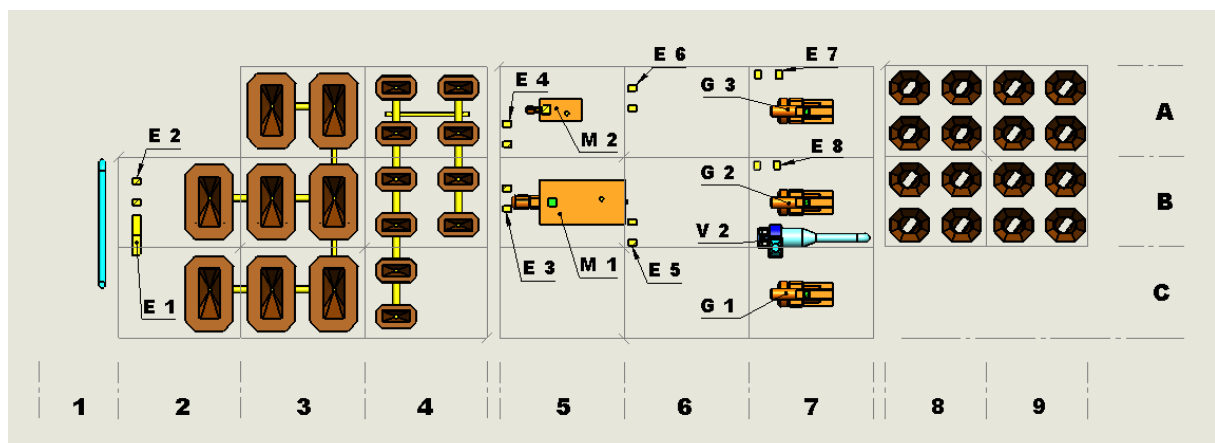


Figura B.3: Secção C-C

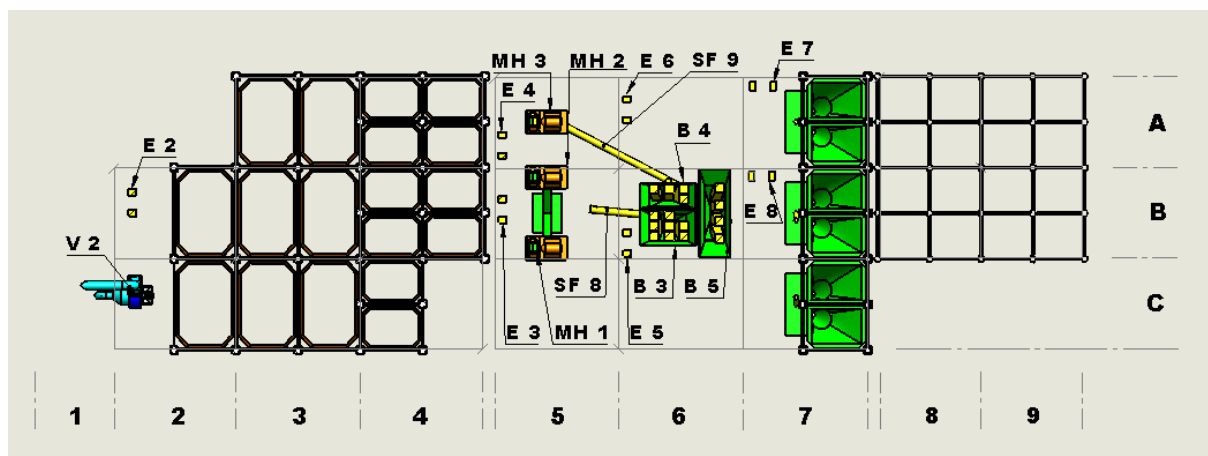


Figura B.4: Secção D-D

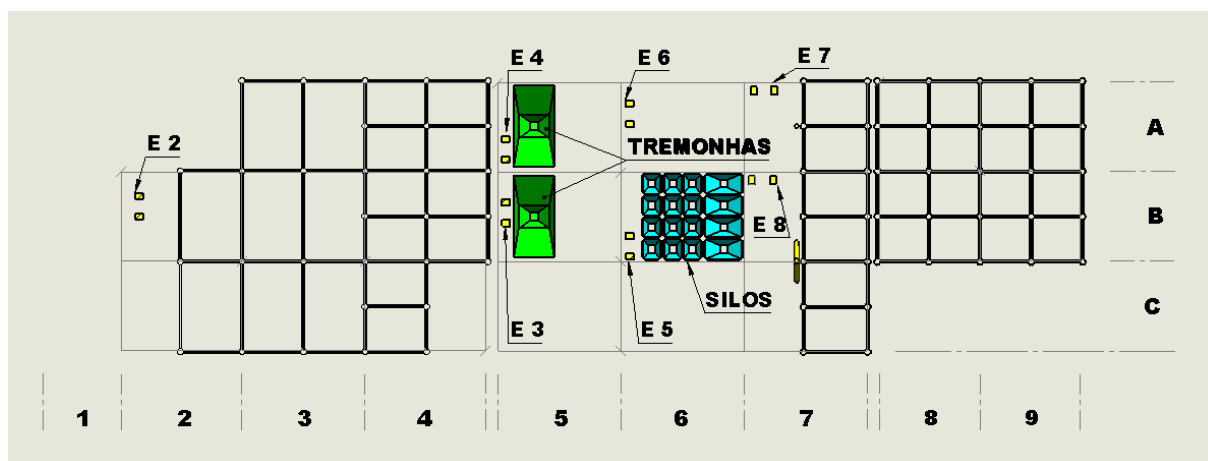


Figura B.5: Secção E-E

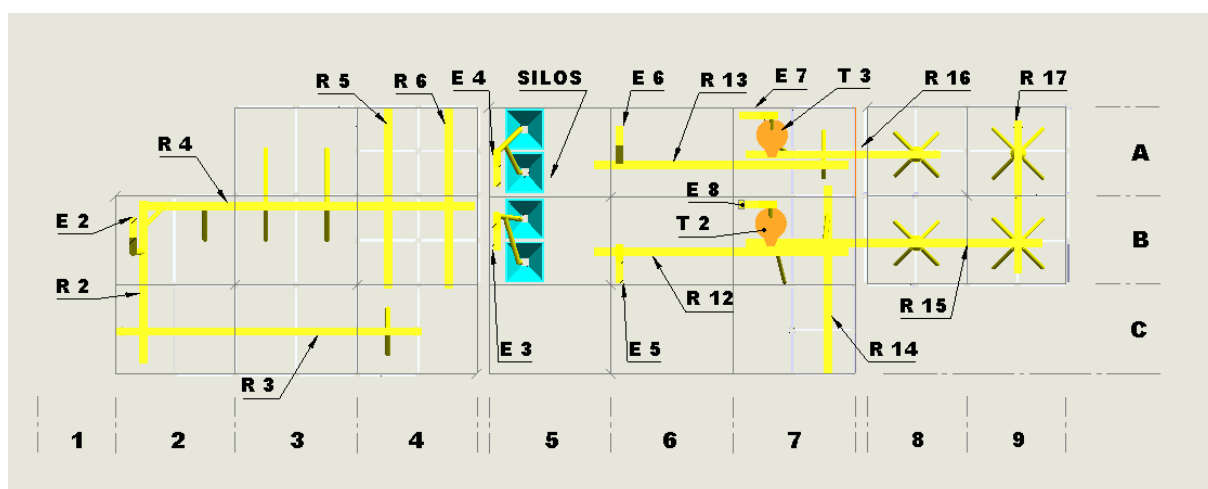


Figura B.6: Secção F-F

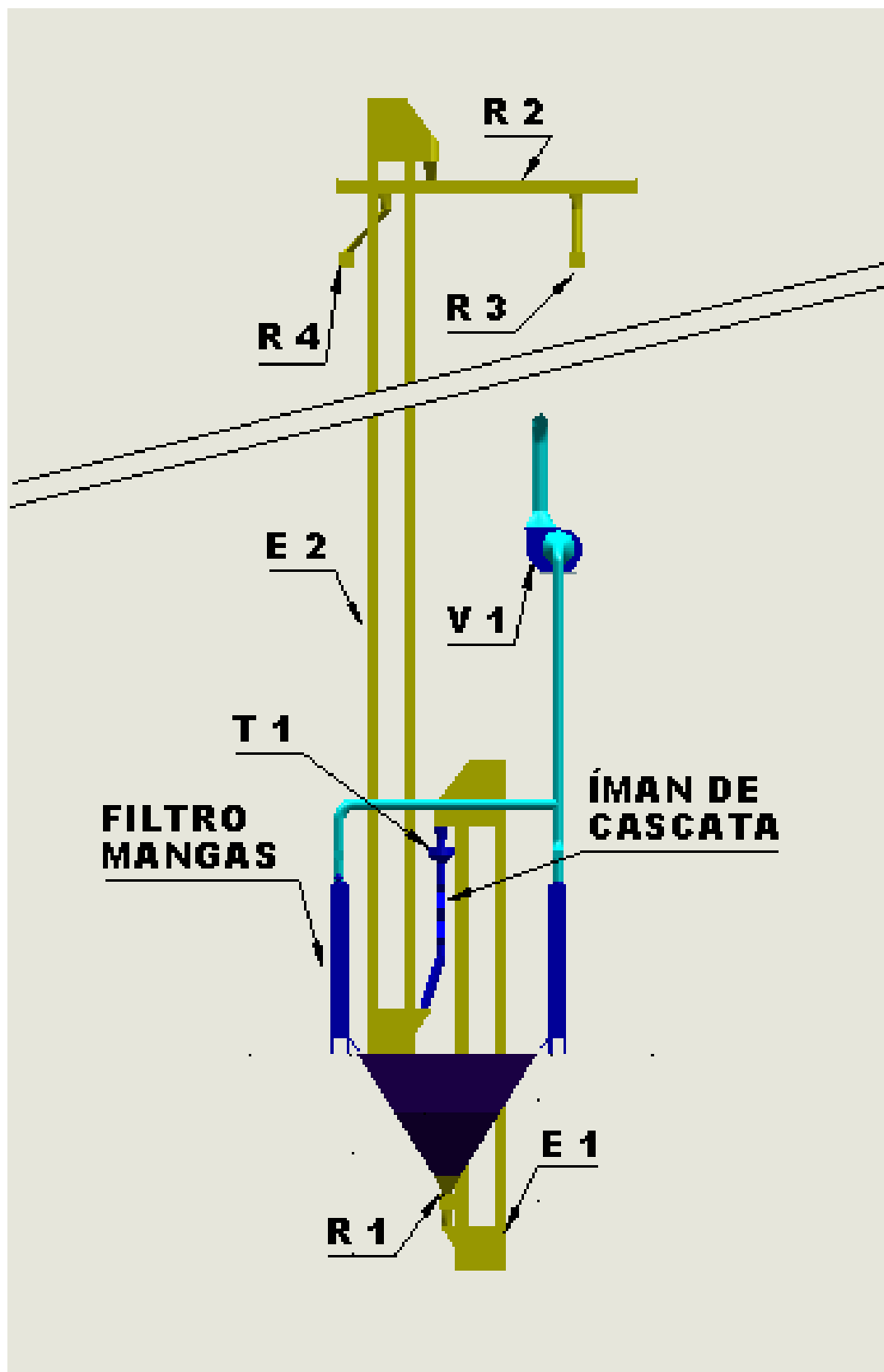


Figura B.7: Secção G-G

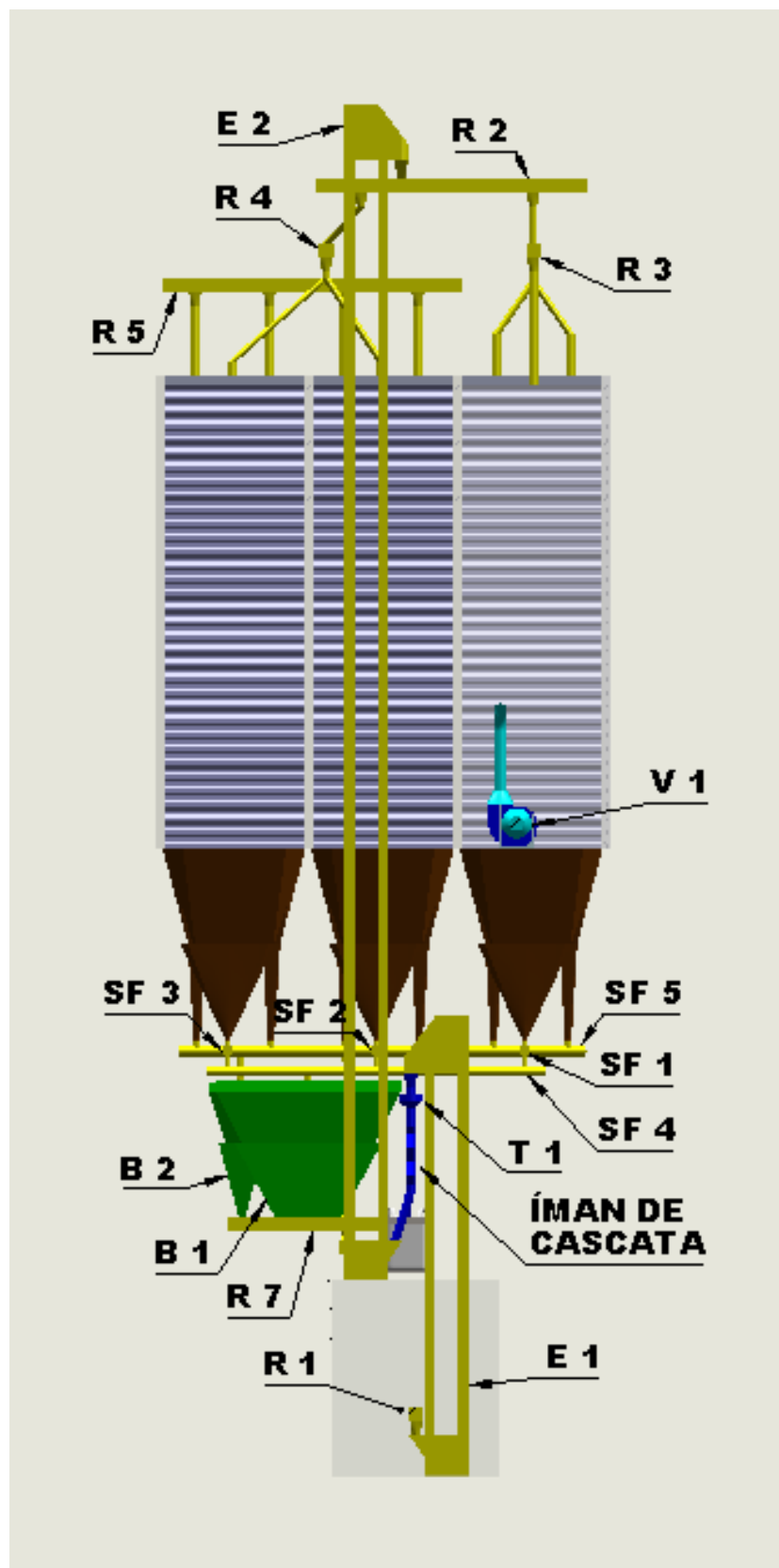


Figura B.8: Secção H-H

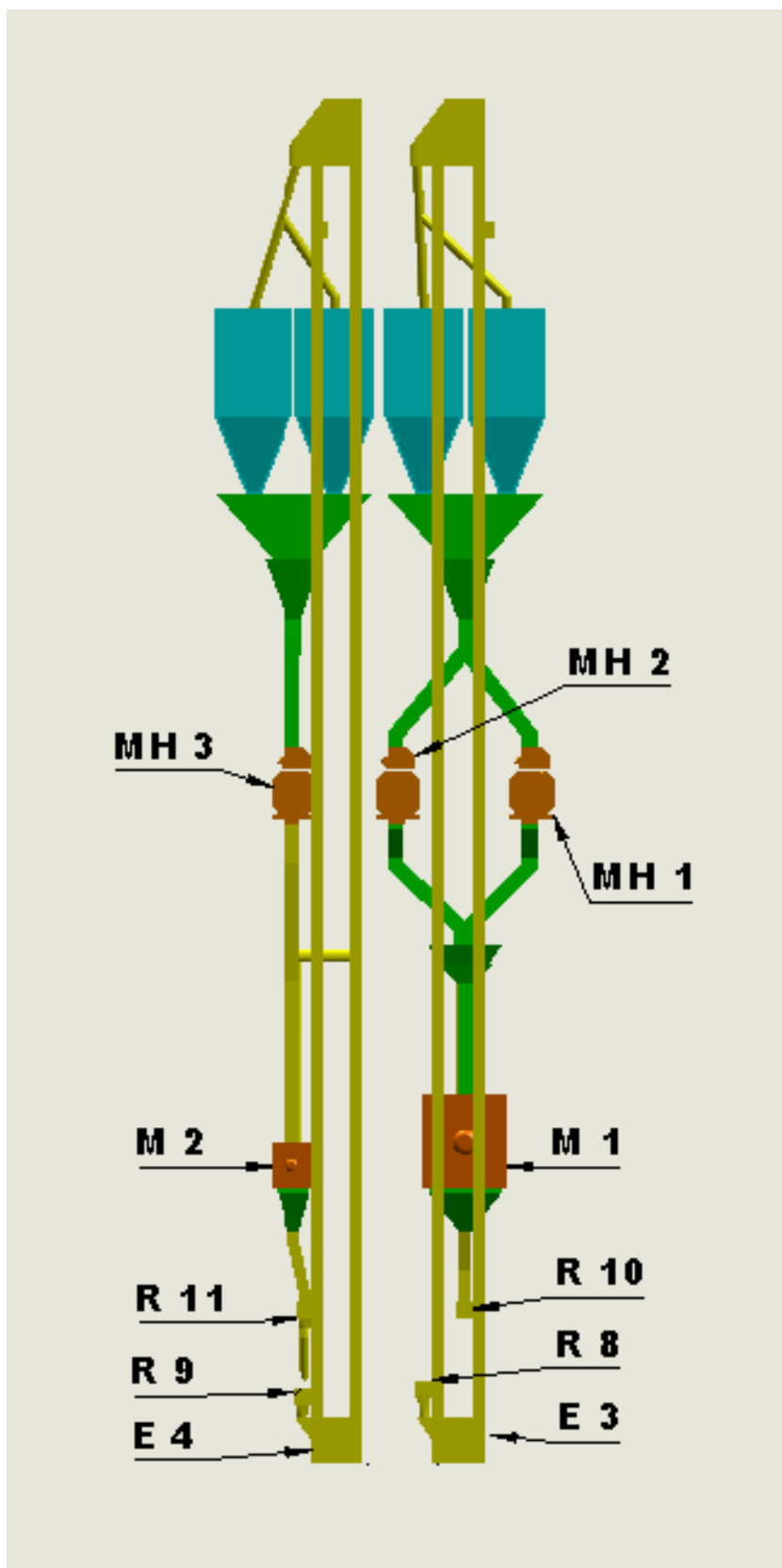


Figura B.9: Secção I-I

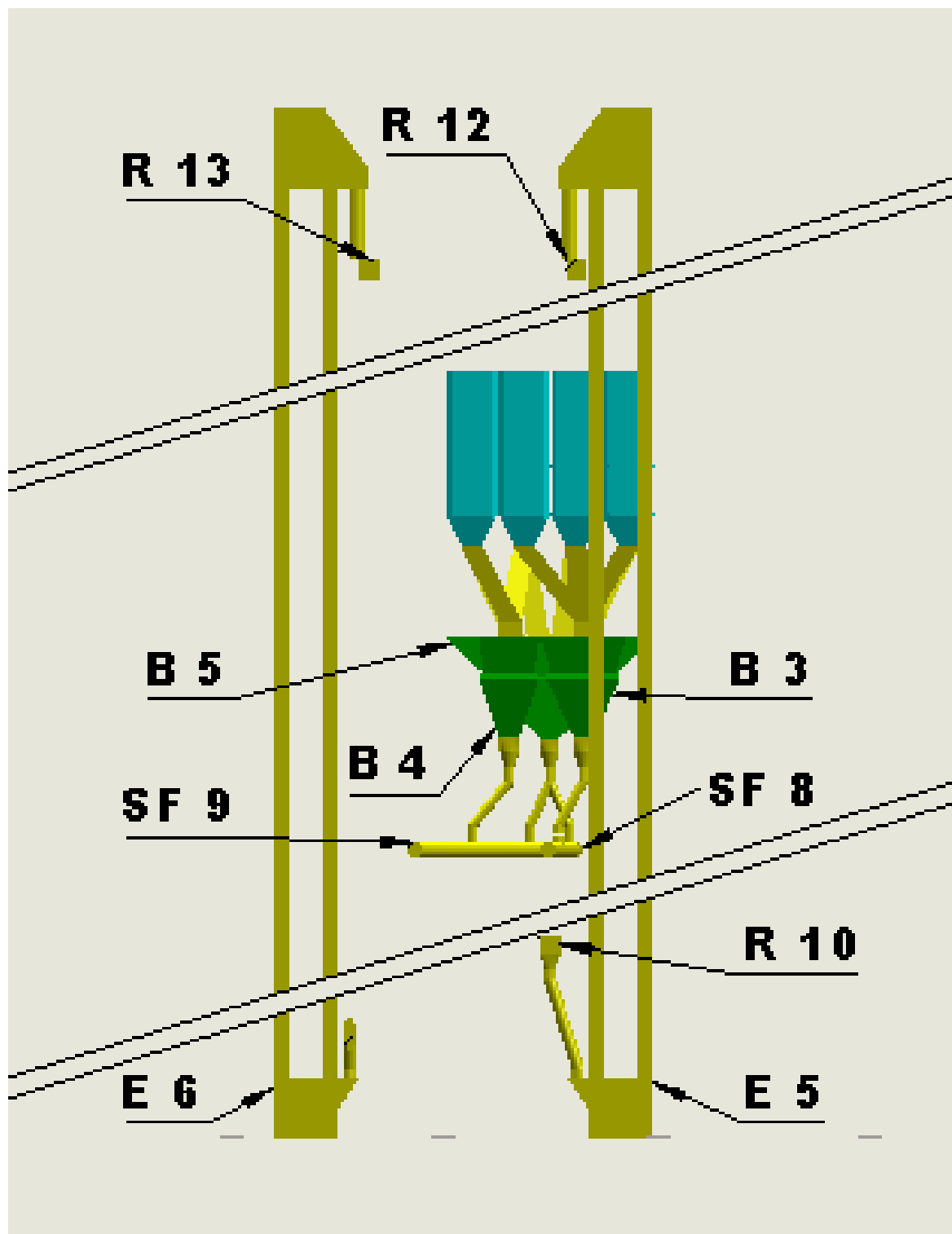


Figura B.10: Secção J-J

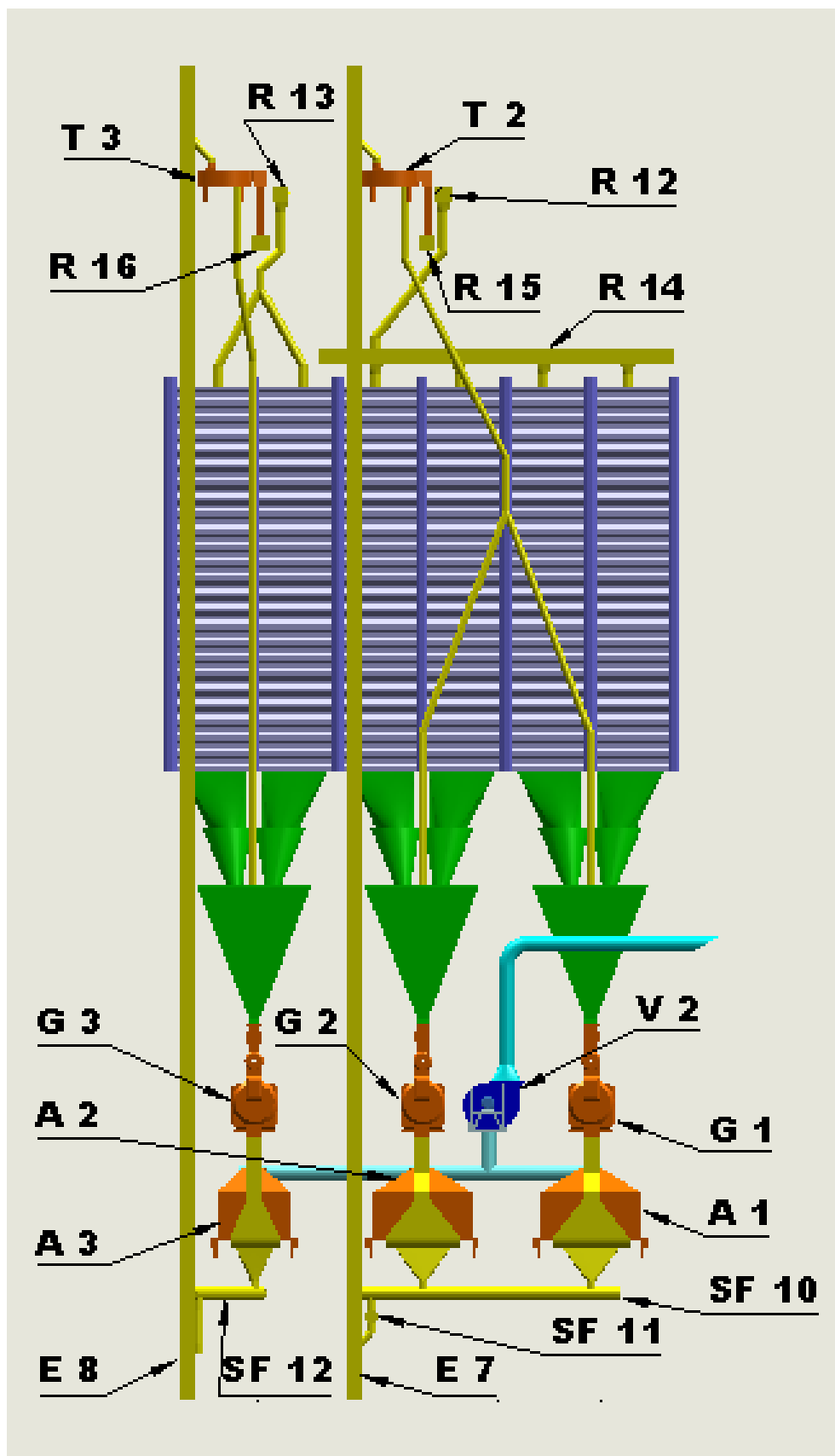


Figura B.11: Secção K-K

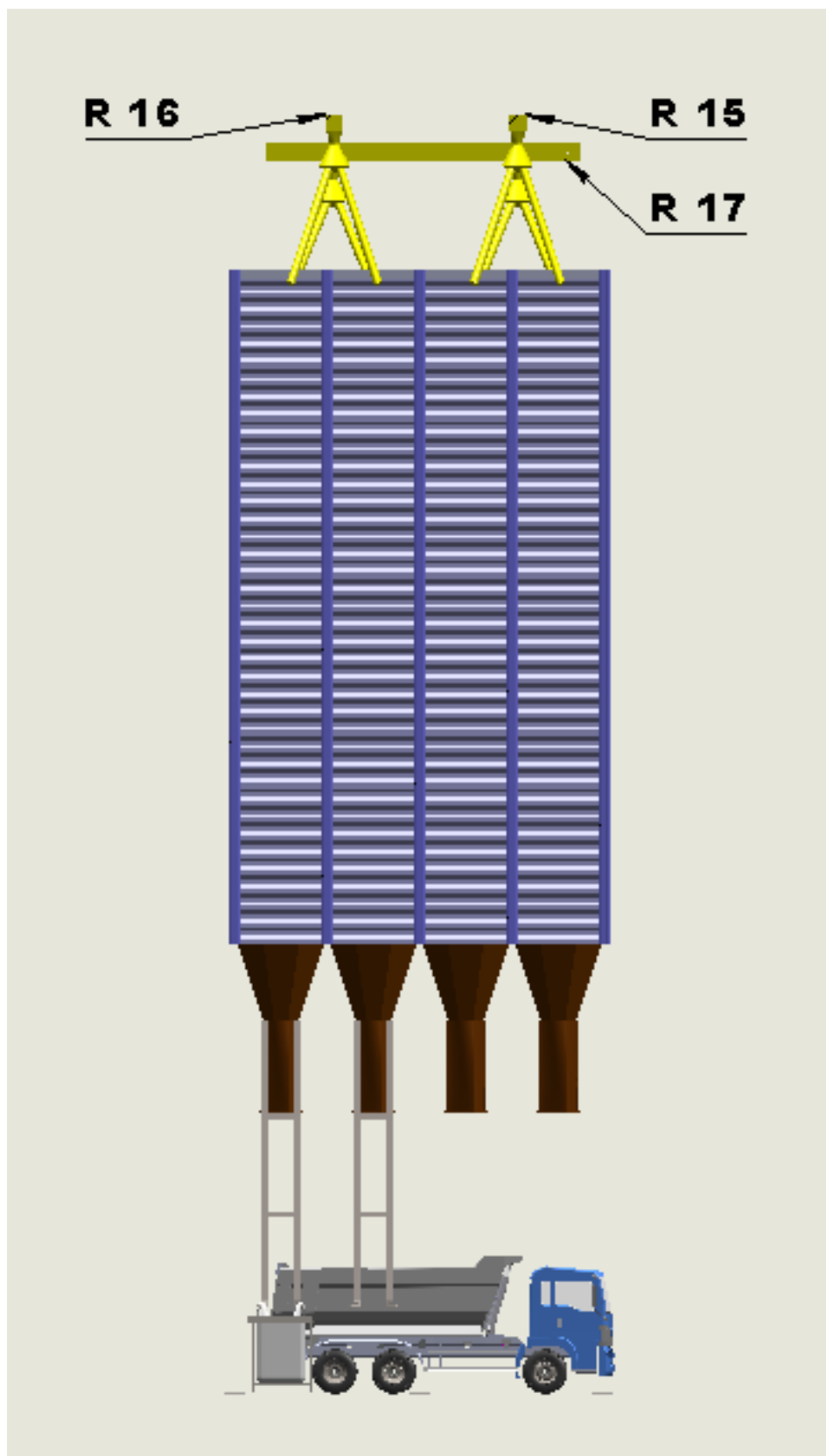


Figura B.12: Secção L-L

Anexo C

Questionário Kano

Requisitos:

1. Rápida proposta de orçamento
2. Pré-visualização 3D
3. Montagem sem modificações
4. Mais soluções
5. Preço mínimo independentemente da qualidade
6. Alternativas no material
7. Manutenção pós-venda
8. Canal de comunicação
9. Prazo de montagem independente da qualidade
10. Abertura relativamente às soluções

1.

Gostaria que a proposta de orçamento fosse apresentada rapidamente?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que a proposta de orçamento não fosse apresentada rapidamente?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

2.

Gostaria que fosse apresentada a pré-visualização da montagem em 3D?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que não fosse apresentada a pré-visualização da montagem em 3D?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

3.

Gostaria que a montagem fosse feita bem à primeira?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que a montagem fosse efetuada com modificações no local?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

4.

Gostaria se fossem apresentadas mais soluções para além da proposta?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria se não fossem apresentadas mais soluções para além da proposta?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

5.

Preferia ter um preço mínimo independentemente da qualidade da solução?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Preferia ter uma melhor qualidade independentemente do preço?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

6.

Gostaria se houvesse alternativas do tipo de material a usar?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria se não houvesse alternativas do tipo de material a usar?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

7.

Gostaria que a proposta de manutenção pós-venda fosse incluída na proposta inicial	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que não fosse adicionada a proposta de manutenção pós-venda na proposta inicial?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

8.

Gostaria que existisse um canal de comunicação permanente com a empresa projetista?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que não existisse um canal de comunicação permanente com a empresa projetista?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

9.

Gostaria que o prazo de montagem fosse mínimo independentemente do preço?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que o preço fosse mínimo independentemente do prazo de montagem?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira

10.

Gostaria que existisse abertura por parte da empresa projetista relativamente às soluções apresentadas pelo cliente?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira
Gostaria que não existisse abertura por parte da empresa projetista relativamente às soluções apresentadas pelo cliente?	<input type="checkbox"/> Gosto desta maneira <input type="checkbox"/> Obrigatório ser desta maneira <input type="checkbox"/> Neutro <input type="checkbox"/> Aceito que seja dessa maneira <input type="checkbox"/> Não gosto desta maneira